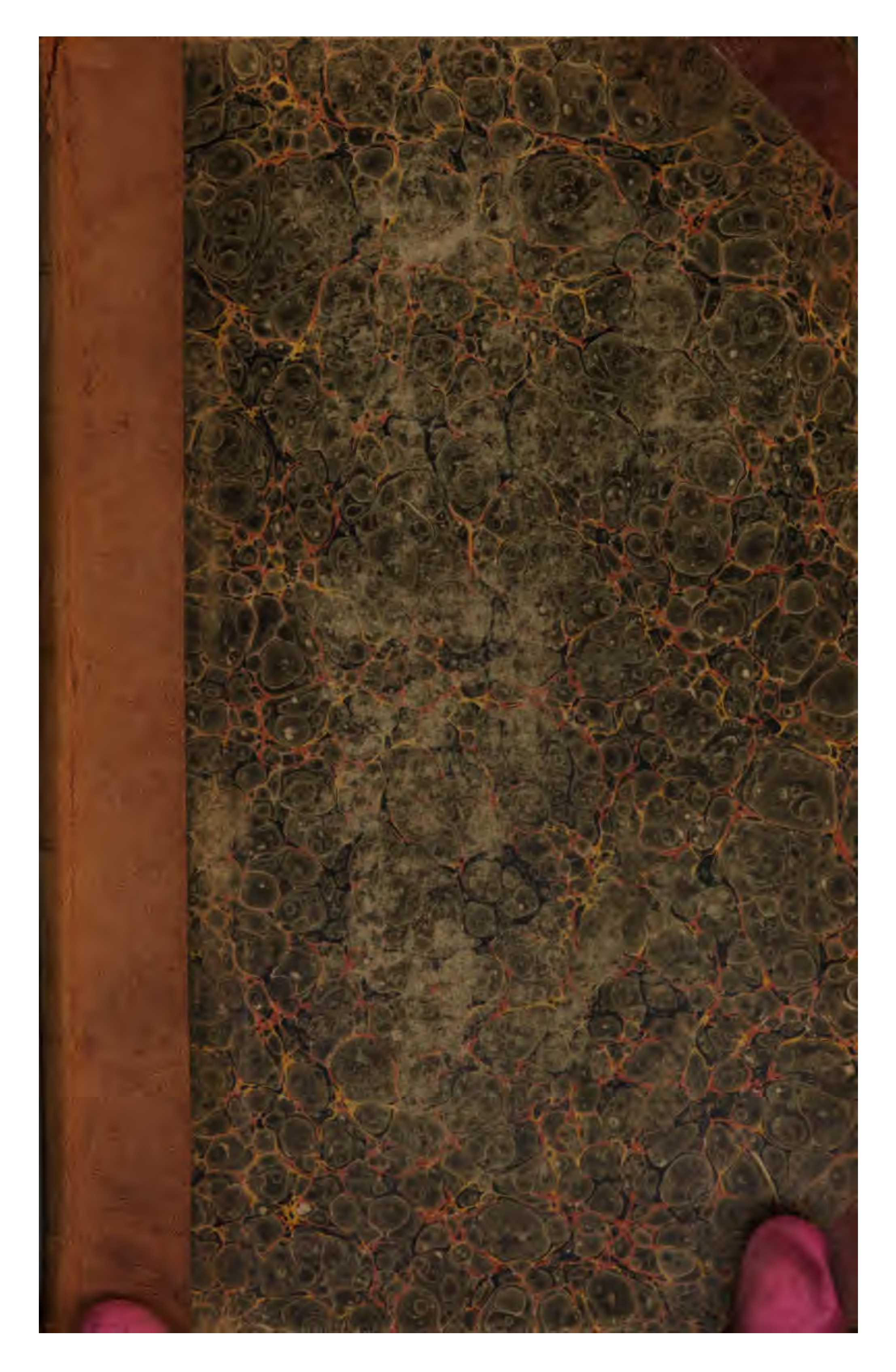
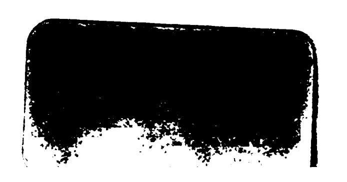



TRIA JUNCTA IN UNO
VIVE



JOURNAL

DES

SCIENCES MILITAIRES.

IMPRIMERIE DE GŒTSCHY FILS, ET COMP^e, RUE LOUIS-LE-GRAND, N° 35.

JOURNAL

DES

SCIENCES MILITAIRES

DES

ARMÉES DE TERRE ET DE MER,

PUBLIÉ PAR

J. CORRÉARD J^NE,

ANCIEN INGÉNIEUR.



DEUXIÈME SÉRIE. — TOME VII.

9e ANNÉE.

10 ? 1



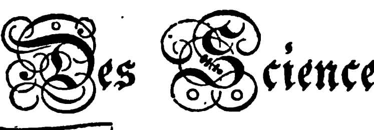
PARIS

J. CORRÉARD J^NE, DIRECTEUR DU JOURNAL,

RUE DE TOURNON, N° 20.

1834.

JOURNAL




DES ARMÉES DE TERRE ET DE MER.

APPLICATIONS.

EXPÉRIENCES

SUR LA FABRICATION ET LA DURÉE DES BOUCHES A FEU EN FER ET EN BRONZE.

(Suite.)

PRUSSE.

Il existe deux fonderies de canons en Prusse, l'une à Gleitvitz et l'autre à Seyn, sur le Rhin. On en coulait aussi à Malaplane, dans la Silésie supérieure, et dans des cas particuliers à Berlin. Toutes ces fonderies sont en régie : elles ont le titre de fonderies royales ; mais elles sont dans les attributions de l'administration des mines et non sous l'influence de l'artillerie, qui n'a rien à voir dans la fabrication des bouches à feu en fer : elle est seulement chargée des visites, épreuves et réceptions.

On en coule aussi quelquefois pour l'état dans les fonderies appartenant à des particuliers, telle que celle de Lauchhammer, dans le duché de Saxe.

L'on n'a employé jusqu'à présent, pour la fabrication des bouches à feu, que du fer obtenu dans des hauts fourneaux par le moyen du charbon de bois ; mais dans les fonderies royales

on a entièrement abandonné aujourd'hui l'usage de ces fourneaux. A Lauchhammer on s'en sert encore, concurremment avec les fours à reverbère ; autrefois on employait aussi le fourneau de coupelle.

Dans l'établissement de Sayn on se servait, il y a peu de temps, des hauts fourneaux et quelquefois des fours à reverbère : on a remarqué, en général, que les pièces coulées dans ces derniers résistaient davantage.

Avant la campagne de 1812 on coula à Berlin et à Gleivitz plusieurs espèces de bouches à feu, qui donnèrent de très-bons résultats. Elles étaient de petits calibres.

Plusieurs canons de 12, pesant trente quintaux, soutinrent six coups d'épreuve, dont les deux premiers avec six livres de poudre et un boulet, les deux suivans avec sept livres et un boulet, et les deux derniers avec huit livres et deux boulets.

Plusieurs canons de 6, du poids de quatorze quintaux et demi, soutinrent six coups chargés de deux livres à deux livres un quart de poudre et un boulet, et les deux derniers de deux livres un quart et deux boulets ; mais l'un d'eux éclata plus tard au cinquième coup, à la répétition de la même épreuve. Plusieurs autres pièces du même calibre, faites de fer de Silésie, mais pesant seulement huit quintaux et demi, ont également éclaté après quelques coups dans des épreuves, avec la charge de campagne, bien qu'elles eussent résisté aux tirs exécutés pour leur réception. On prit donc le parti de soumettre toutes les pièces semblables qu'on avait sous la main à de nouvelles épreuves. A cet effet, on leur fit tirer dix coups, de la manière suivante :

Le 1er coup	avec 2 liv.	1/4	de poudre	et	1 boulet.
Le 2e	id.	2	1/2	id.	2 boulets.
Le 3e	id.	2	1/2	id.	1 boulet et une boîte à balles, pesant 9 liv.
Les 6 derniers coups			1/2	id.	1 boulet.

Le nombre des pièces qui éclatèrent dans ces épreuves fut de neuf pour cent. On rejeta toutes les autres. Deux mortiers de cinquante livres provenant de la même fonte, éclatèrent au siége de Torgau, en 1813. Leur charge avait été de quatre livres de poudre ; la volée fut mise en morceaux.

Plusieurs canons de 3, pesant sept quintaux, soutinrent six coups d'épreuve.

Les deux premiers avec une livre	1/4	de poudre	et	1	boulet.
Les deux suivans	id.	3/4	id.	1	id.
Les deux derniers	id.	3/4	id.	7	id.

Un obusier coulé pour épreuve à Gleiwits, avec du fer de coke, éclata dans les épreuves. Il entrait dans sa composition beaucoup de fonte grise et même presque noire. Il est possible qu'il contint un peu de plomb, attendu que, dans une fonte antérieure, exécutée dans un four à reverbère, on en a trouvé combiné avec le fer.

En 1811, un canon de 24 éclata après avoir résisté aux épreuves les plus fortes. Il paraîtrait que cet accident est venu de ce qu'on s'est servi d'un bouchon humide, trop fortement pressé dans l'âme.

Après la campagne on fit un nouvel essai en employant du fer de coke. Un canon de 12 qui en provint, pesant vingt-trois quintaux, éclata au quatrième coup : dans le coulage de cette bouche à feu, le tuyau de la cheminée ayant tombé, il ne fut pas possible d'obtenir une chaude convenable, bien que la durée du feu ait été de six heures au lieu de quatre, qui est le temps ordinaire. Ces deux essais prouvent contre la fonte grise, et non contre notre opinion, qui est que le fer de coke peut donner de bonnes bouches à feu.

On a fait à ce sujet quelques épreuves à Berlin, à Gleiwitz et à Sayn, sur des fers de Silésie et du Rhin, bien purifiés, extraits par le moyen du charbon de bois. On coula des canons de 12,

de la même longueur (23 décimètres du boulet), mais de différens poids, les uns en tirant la matière immédiatement du haut fourneau, les autres par une deuxième fusion dans un four à reverbère.

Avant les épreuves destinées à les faire éclater, ceux coulés à Berlin avec des fers de Silésie ont soutenu quatre coups d'épreuve, à la charge de cinq douzièmes du poids du projectile.

Le premier coup avec 1 boulet.

Le deuxième dito avec 2 boulets.

Le troisième dito avec 1 boulet et une cartouche à balle.

Le quatrième dito avec 1 boulet.

Les fers du Rhin n'avaient pas été éprouvés auparavant. Dans les épreuves que l'on fit subir à ces bouches à feu, on tira les premiers coups de ceux en fer de Silésie avec une charge de cinq livres de poudre (1), qu'on augmenta successivement d'une livre aux coups suivans. Pour celles qui étaient en fer du Rhin, on commença avec une charge de trois livres, et on l'augmenta successivement d'une demi-livre. A chaque coup il y avait un boulet et un bouchon. La charge était dans plusieurs sachets; on obtint les résultats suivans.

(1) C'est 6 livres qu'il doit y avoir.

LIEUX DE LA FONTE.	ESPÈCE DE FOURNEAU EMPLOYÉ.	Poids de la b. à feu en quintaux	NOMBRE de coups.	Poids de la dernière charge en liv.	Quantité de poudre en kilog. employée dans le tir.	Augmentation en livres de la charge à chaque coup.
Gleiwitz.	Fourneau à réverbère.	24	12	17	13	1
»	»	24	13	18	15	1
Berlin.	»	26 3/4	23	22	26	1
»	»	28 3/4	24	23	28	1
Sayn.	Haut fourneau.	24 1/2	14	121/2	132	1
»	»	23 7/10	13	12	106	1/2
»	»	23 7/10	15	13	133	1/2
»	»	24	26	151/2	247	1/2
»	»	27	31	18	352	1/2
»	»	30	35	20	432	1/2
»	Fourneau à réverbère.	21 3/4	17	11	131	1/2
»	»	23 3/4	20	151/2	217	1/2
»	»	26 5/10	23	17	267	1/2
»	»	30	27	19	340	1/2

Nota. Les premiers coups ont été tirés avec des charges variables; ce qui laisse du doute sur l'exactitude de ce tableau. *(Traducteur.)*

Pour s'assurer de la durée présumable de ces bouches à feu, on fit tirer un grand nombre de coups à deux canons de 12, l'un du poids de vingt-quatre quintaux et l'autre de vingt-sept. Ils supportèrent chacun trois mille coups, non compris ceux d'épreuve, avec une charge de poudre de cinq douzièmes du poids des projectiles, et un boulet sans éclater et sans manifester de dégradations. Ils furent transportés à Berlin, et lorsqu'après trois années on voulut encore leur faire tirer quelques coups, ils éclatèrent l'un au troisième coup et l'autre au cinquième.

Plusieurs bouches à feu semblables et de la même espèce, qui furent tirées plus tard, résistèrent à un grand nombre de coups, avec la charge de un tiers du poids du boulet.

On fit encore beaucoup d'expériences en Prusse pendant l'hiver, pour constater la résistance des bouches à feu à une température plus basse; aucune n'a éclaté, bien que le thermomè-

tre de Réaumur fut à 22 degrés au-dessous de zéro. On essaya dans une autre épreuve vingt-huit pièces anciennes de tous calibres, dans différens endroits, en leur faisant tirer vingt coups en quatre jours, à une température de 10 à 22 degrés au-dessous de zéro, et toutes résistèrent (1).

WURTEMBERG.

Dans les années 1822 à 1824 on fit des expériences sur des canons de 3 et de 6, coulés dans des fours à reverbère, pour les comparer à d'autres du même calibre et des mêmes dimensions, mais en bronze. Les résultats de ces expériences, favorables au fer, sont consignés dans le tableau suivant, en ce qui concerne ceux des calibres de 3.

(1) Le gouvernement Prussien, vient tout récemment de faire en Suède un approvisionnement complet de bouches à feu en fer coulé.

En 1821 il a tiré de ce pays 240 pièces de canons de gros calibre en 24 court et obusiers de place. Les premiers pèsent 2,780 liv de Prusse, environ 1,445 k. et se sont payées 12 1/2 écus de Prusse : le skepund (mesure suédoise de 136 fr.), ou 34 sous, 20 les 100 kilo, entièrement terminés et rendus au port de Norrkoping.

Les obusiers pèsent environ 1,680 kilo, et se sont payés 19 1/2 écus de Prusse, le skeppund, ou 53 fr.; 33 les 100 kilo. Ce dernier prix est très-avantageux au fabricant, qui se plaint au contraire de la modicité du premier.

Toutes ces pièces sont parfaitement achevées : des officiers prussiens assistent à leur fabrication et en font la réception qui est très-rigoureuse.

(Extrait d'une note communiquée au traducteur.)

NUMÉROS des BOUCHES à feu.	1 livre de poudre. 1 boulet.	1 livre de poudre. 2 boîtes à balles.	1 livre de poudre. 6 boulets.	1 livre de poudre. 1 cylindre.	1 1/2 livre de poudre. 1 boulet.	1 1/2 livre de poudre. 2 boulets.	1 1/2 livre de poudre. 1 cylindre.	2 livres de poudre. 2 boulets.	2 livres de poudre. 1 cylindre.	2 1/2 liv. 1 cylindre.	3 livres de poudre. 6 boulets.	3 livres de poudre. 9 boulets, le dernier calé.	3 livres de poudre. 1 cylindre.	3 livres de poudre. 2 cylindres, le dernier calé	1 cylindre de plomb du poids de 18 livres. POUDRE. 3 1/2 liv.	1 cylindre de plomb du poids de 18 livres. POUDRE. 4 1/2 liv.	1 cylindre de plomb du poids de 18 livres. POUDRE. 5 liv.	1 cylindre de plomb du poids de 18 livres. POUDRE. 6 liv.	TOTAL.	Eclats dans un tir V° espèce.	NOMBRE DES BOUCHES A FEU.
Canons en fer. 1	9	4	»	1	4	3	»	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	23	»	»
2	10	4	»	2	16	3	1	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	38	9	9
3	4	2	»	1	2	1	1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	12	9	»
4	6	2	»	»	14	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	24	e	6
5	4	2	»	1	2	1	1	1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	13	h	15
6	6	2	»	1	4	1	1	3	1	»	»	»	1	»	»	»	»	»	20	n	17
7	4	2	1	»	10	1	1	1	1	1	»	»	1	»	»	»	»	»	23	n	15
8	4	3	1	»	20	»	1	»	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	43	o	18
De bronze.	4	2	1	»	12	1	1	1	1	1	»	»	2	»	»	»	»	»	26	n	4

Nota. Les boulets et cylindres serrés avec des éclisses en fer.

Les bouches à feu en fer pesaient de 260 à 470 liv., et avaient seize calibres de longueur. Celles en bronze pesaient 539 livres

et avaient dix-huit calibres de longueur. La première fut mise en pièces par l'explosion d'un canon voisin. Les derniers coups furent tirés à une température de 9 degrés Réaumur au-dessous de zéro.

Le deuxième canon tira trente coups à la température de 7 degrés ; le dernier à la température de 4 degrés.

Le troisième à celle de 5 degrés un quart.

Le quatrième fut éprouvé à 9 degrés, le dernier boulet étant trop gros, on l'introduisit dans l'âme avec force.

Le huitième était composé de fer qui avait le mieux résisté aux expériences de la matière brute. Au dernier coup la charge était de six livres de poudre. Il y avait plusieurs bouchons de paille et entr'eux des bouchons de terre. Trois pouces de l'âme restés vides furent remplis par un tampon de bois.

A chaque coup à boulet on avait toujours introduit autant de bouchons de paille que de boulets. Le tir n'eut pas lieu dans l'ordre du tableau ; seulement après deux coups tirés avec des cylindres, on en tirait deux avec une livre et demie de poudre et un boulet.

Les essais faits sur les canons de 6 sont relatés dans le tableau suivant.

	NUMÉRO DES BOUCHES A FEU.	Poids en livres.	Deux livres de poudre.		Trois livres de poudre.				Quatre livres de poudre.		Cinq liv. de poudre.	Six livres de poudre.				Sept liv. de poudre, le cylindre pesant 36 livres.	TOTAL.	Eclats dans un tir de cette espèce	Quatité des éclats.
			1 b.	2 b.	1 b.	2 b.	4 b.	6 b.	2 b.	6 b.	6 b.	6 b.	9 b.	11 b.	21 b.				
Bouches à feu en fer.	1	128	1	2	8	1	1	1	1	1	»	»	»	»	»	»	17	h	19
	2	854	10	2	2	1	1	1	1	1	1	»	»	»	»	»	20	i	16
	3	853	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	»	»	»	23	l	13
	4	927	4	2	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	»	»	29	m	16
	5	854	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	»	»	26	n	»
	ze.	848	4	2	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	o	28

Nota. La lettre *b* signifie boulet.

L'ordre du tir était réglé de manière que deux coups à forte charge succédaient à deux autres plus faibles. Il y avait dans le tir à boulet autant de bouchons que de projectiles.

Le cinquième canon n'éclata point, quoique dans la dernière charge employée il y eût onze boulets, dont le dernier était arrêté par trois gros clous.

Par suite de ces essais, l'artillerie wurtembergeoise se décida à faire couler en fer quelques canons de 10 livres (1), et des obusiers du même calibre, ainsi que plusieurs canons de 18.

SAXE.

On coula en 1826, à la fonderie de Sauchammer, pour l'école royale d'artillerie saxonne, trois canons de 3, pesant quatre quintaux et demi, et un obusier de quatre livres. Ces bouches à feu étaient exactement des mêmes dimensions que celles des mêmes calibres en usage en Saxe.

Une de ces trois pièces ayant une soufflure à la volée, fut rejetée à la fonderie même. On voulut cependant la faire éclater pour connaître la résistance du fer. Le colonel d'artillerie saxonne, M. de Boudet, dans son mémoire sur cet objet, donne les renseignemens suivans :

Le premier jour on tira quatre-vingt-treize coups, à la charge d'une livre de poudre et un boulet ayant un sabot en bois, dans l'espace de trois quarts d'heure, sans rafraîchir la pièce.

Le deuxième jour on exécuta le tir suivant :

1 coup avec 1 liv. de poudre 1 bouchon 2 boulets 1 bouchon (un boulet se brisa dans la p.)

1 coup avec 1 liv. de poudre 1 bouchon 1 boulet 1 bouchon } Un boulet éclata dans
1 id. 2 id. 1 id. 1 id. 1 id. } l'âme.

1 id. 2 id. 1 id. 1 id. 1 id. Les deux boulets éclatèrent.

1 id. 2 id. 1 id. 1 cylindre de fer forgé de la longueur de 4 diamétres du boulet pesant 20 liv. et un bouchon.

(1) L'artillerie Wurtembergeoise n'a pas de canons de 10 liv., elle a des obusiers de 10 et de 7 liv. stein. *(Traducteur)*

La pièce éclata au dernier coup. La volée tout entière se détacha, et fut projetée à cinq à six pas en avant.

Le cylindre était tombé en avant, tout près de la bouche du canon. On remarqua dans l'âme, en avant des tourillons, un enfoncement qui se manifestait au dehors. Le cylindre avait seulement un pouce hors de vent. Il est très-vraisemblable qu'il se sera mis de travers, et qu'il aura ainsi déchiré l'âme de la pièce. La partie en arrière des tourillons éclata en quarante ou cinquante morceaux.

Quant à l'une de celles considérées comme de bonne qualité, on lui fit tirer deux coups d'épreuve avec une demi-livre de poudre, deux boulets et deux bouchons.

L'obusier tira deux coups à chambre pleine et un obus. Depuis lors cette pièce a soutenu un grand nombre de coups, ce qui a déterminé le gouvernement à faire couler un autre canon de 3 et un autre obusier de 4 livres, et dans les derniers temps à faire une commande de canons légers de 12, des mêmes dimensions que ceux de campagne.

Bouches à feu composées de cuivre, allié à d'autres métaux.

Nous arrivons maintenant aux expériences qui ont été faites sur les bouches à feu en bronze, que nous distinguons en trois classes :

1° Les plus anciennes; celles qui étaient composées de cuivre, d'étain et zinc;

2° Celles en usage aujourd'hui, composées de cuivre et d'étain ;

3° Enfin celles composées de cuivre, étain et zinc, sur lesquelles on a fait des épreuves.

Le prix élevé du bronze n'a pas permis de faire autant d'essais sur cette matière que sur le fer. Cependant nous en avons assez pour être convaincus que la cohésion et l'élasticité n'y manquait point, et que par conséquent l'on n'a pas à craindre de voir les pièces éclater, mais on sent aisément qu'elles peuvent devenir hors de service, et cela d'autant plus fréquemment, que nous ne savons pas encore donner au bronze la dureté nécessaire, ce qui se fait plus particulièrement sentir dans les pièces de gros calibre.

De même que la Suède est considérée comme notre modèle et notre guide pour ce qui concerne la fabrication des bouches à feu en fer, la France l'a été de tout temps pour ce qui regarde la fonte des bouches à feu en bronze, au sujet desquelles elle a fait la plupart des essais, et bien qu'elle n'ait pas réussi complettement, particulièrement dans les derniers temps, nous lui devons néanmoins le peu de lumières que nous possédons sur cette matière. Pour en obtenir de complettes, il serait nécessaire, dans l'état actuel de la chimie, de faire quelques essais non coûteux, mais peut-être pénibles. Jusque-là toutes les expériences ruineuses que l'on fera par le tir ne pourront nous aider à rien.

Les premières mentions qui aient été faites des bouches à feu datent de 1220. Les Maures avaient à cette époque des machines en métal coulé, pour lancer des pierres. A la vérité elles ne sont point décrites ; mais comme la poudre à canon était déjà connue à cette époque, et que les bouches à feu étaient assez en usage, il est très-vraisemblable que c'était de ces dernières, et comme on ne connaissait point encore l'art de couler le fer, on doit supposer qu'elles étaient composées d'un alliage de cuivre. On a dû en fabriquer en bronze à Amberg dès l'an 1508. Cabo Bianco donne la note des pièces de cette espèce, coulées en

1418. On trouve encore à Toulouse un canon de l'an 1438. Louis XI fit couler en 1478, à Paris, à Toulon, à Orléans, à Amiens et à Tours, douze bouches à feu, dont une coulée à Tours, éclata au deuxième coup, et tua le fondeur Jean Moqué.

Les premières qui aient été coulées en Allemagne, l'ont été en 1372 à Augsbourg, par un nommé Arau. On fit un grand secret du procédé employé dans cette opération; on en coula aussi en 1399, en Italie.

Alliage de cuivre, d'étain et de zinc.

On a peu de notions sur les alliages de cuivre employés dans les anciens temps. Cependant il paraît certain qu'indépendamment de l'étain on y mettait du zinc, qu'on n'employait pas pur; car on ne connaissait pas encore ce métal à cet état, mais à celui de laiton, qui est une composition de cuivre et de calamine, dans laquelle il entrait quelquefois du plomb et du fer. Le plomb qui se trouvait dans les anciennes bouches à feu venait plutôt encore de l'avidité des fondeurs, qui, au lieu d'étain pur se servaient de plateaux de ce métal, qui contenaenit plus ou moins de plomb. D'un autre côté, ce fondant dont ils faisaient mystère, contenait encore de l'antimoine, de l'arsénic, du bismuth et plusieurs autres substances, bien qu'en petite quantité.

Les anciens fondeurs ignoraient le danger d'employer des métaux nuisibles à leurs alliages. Comme on n'avait pas de calibre déterminé, on ne se donnait aucun soin pour obtenir de l'exactitude dans les dimensions de l'âme. Pietro Sarti conseille, par exemple, d'alléger les pièces qui présenteront des soufflures dans cette partie, afin de les faire disparaître.

Les épreuves d'alors étaient très-fortes. Le plus souvent on

faisait tirer trois coups à chaque pièce; le premier avec une charge égale au poids du boulet ; le deuxième avec une charge de trois quarts, et le troisième avec celle de deux tiers. On mettait sur cette charge un boulet et un bouchon. Si nous avons bien compris les anciens artilleurs, le troisième coup se tirait sous l'angle de 12 degrés.

Ordinairement beaucoup de pièces éclataient (1), et on doit supposer que cela était dû souvent à la malveillance des agens chargés de les recevoir; car les anciens écrivains recommandent aux fondeurs de les surveiller attentivement, et de se prémunir contre leur mauvais vouloir, par une foule de précautions minutieuses et même de pratiques superstitieuses.

Miethen, dans son *Traité d'artillerie* (1684), dit que dans la guerre de trente ans, on a coulé des canons avec du métal de cloche, et qu'ils ont tous éclaté (2) ; que de gros mortiers coulés également avec ce même métal, par ordre du général suédois Vürz, ont éclaté à Varsovie; enfin que d'autres bouches à feu se trouvèrent souvent dégradées après cinquante coups d'épreuves ; mais qu'il se pourrait que cela tînt à la nature de ces épreuves qui étaient trop fortes ; car les meilleures pièces ont été détériorées par des épreuves pareilles, comme cela est arrivé à Breslau, sur des bouches à feu coulées par le fameux Hérold.

Peu après la guerre de trente ans, les fondeurs Keller adoptaient en France l'alliage suivant; savoir :

100 cuivre. 9 étain. 6 laiton.	ou bien	91, 5 cuivre. 7, 8 étain. 9, 7 zinc (3).

(1) Keller en a présenté, du 2 mars 1681 au 18 mai 1684, 110 dont 37 ont été rebutées. *(Traducteur.)*

(2) La même chose est arrivée en France, au commencement de la révolution. *(Traducteur.)*

(3) Le laiton calculé à raison de 75 de cuivre et 25 zinc. *(Auteur.)*

L'alliage de Büchner consistait en :

100 de cuivre. 10 — étain. 8 — laiton.	ou bien	89, 9 cuivre. 8, 6 étain. 1, 5 zinc.

On adopta dans d'autres fonderies :

100 cuivre. 10 zinc. 20 laiton.	ou bien	86, cuivre. 11, 1 étain. 2, 9 zinc.

On attachait partout une grande importance à un fondant secret, que l'on croyait propre à rendre le cuivre plus malléable.

Le coulage avait lieu à noyau comme dans les temps antérieurs, c'est-à-dire que l'on introduisait dans le moule une barre de fer recouverte de terre glaise, que l'on fixait dans la culasse au moyen d'un chapelet en fer forgé.

Le coulage à noyau fut supprimé en 1744 par le fondeur Maritz, dans le même temps à-peu-près où l'on cessa de faire usage du zinc. C'est pour cette raison que cette méthode de couler est liée à l'alliage ternaire.

Depuis cette époque on a souvent proposé de revenir à cette méthode ; mais les difficultés du coulage s'y sont toujours opposées, par suite des résultats défavorables obtenus à Douai avec les gros calibres. La Martillière voulait que l'on revint soit au coulage à noyau, soit à l'alliage ternaire.

En même temps que l'on employait le coulage à noyau, on se servait aussi du coulage à siphon, c'est-à-dire que l'on introduisait le métal dans le moule par sa partie inférieure, méthode qui a été essayée de nouveau, mais qui ne mérite aucune attention, parce qu'elle fait souvent manquer la fonte, et qu'elle donne un métal peu compacte, ce qui s'explique par l'état de refroidissement dans lequel se trouve le métal en arrivant dans le moule (1).

Dans le principe les fourneaux étaient entièrement semblables à ceux d'aujourd'hui. Il ne s'est fait presque aucun changement dans cette partie de l'art des fontes ; mais nous n'avons point à examiner ici ce qui s'est fait à cet égard.

Pendant plus de quatre siècles, on s'en tint à l'alliage ternaire de cuivre, étain et zinc. Il n'est pas encore prouvé que l'on ait eu raison de l'abandonner. Il est certain que les anciennes bouches à feu françaises jouissent, sous le rapport de la qualité, d'une haute renommée, tant dans ce pays qu'à l'étranger, ce qu'on ne peut pas dire de celles que l'on a fabriquées depuis. Un ancien fondeur allemand très-célèbre, soutient que les bouches à feu coulées du temps de Louis XIV étaient les meilleures; il est d'accord sur ce point avec les artilleurs les plus expérimentés en cette matière. Il ajoute même que les gros calibres d'alors résistaient mieux que les petits, coulés postérieurement en France (2)

En général, on peut considérer le dernier tiers du siècle précédent comme l'époque où l'art de couler les bouches à feu en bronze fut porté à son plus haut degré de perfection, sous le rapport de la qualité. Il s'agit maintenant de savoir si, à cette époque, la suppression du zinc dans le métal à canon avait déjà eu lieu, suppression prescrite à la suite d'essais qui eurent lieu en France après la guerre de sept ans, ou si elle a été une des causes de la perfection que nous venons de signaler.

Geisler, dans son traité ayant pour titre *Kuriosen Volkommnen Artillerie* (1718), prétend que la préférence accordée de son temps aux bouches à feu françaises, provient de ce que les fon-

(1) Cette méthode est toujours employée pour couler à noyau les mortiers de 10 et de 12 p.

(Traducteur.)

(2) Parce qu'aujourd'hui il ne reste que les bonnes bouches à feu de ce temps et que toutes les mauvaises ont été refondues à mesure de leur mise hors de service.

(Note du traducteur)

deurs de ce pays coulaient la volée en bas, ce qui faisait que la masselotte avait le diamètre de sa culasse, et par conséquent le métal devait rester plus long-temps liquide, être plus dense et plus résistant (1).

Dartein, qui coula des bouches à feu vers 1790, et dans les intérêts duquel il entrait d'expliquer la différence entre les anciennes et les nouvelles, pense que ce qui donnait plus de durée aux premières, était le plus grand vent du boulet, et que la poudre en usage alors était plus faible que celle d'aujourd'hui, puisque, d'après le mortier éprouvette, elle est avec celle-ci dans le rapport de 6 à 10 et même de 6 à 15. Cependant comme l'opinion qui existe en faveur des anciennes pièces ne s'appuye point sur leur plus longue durée, mais sur la qualité de l'alliage observée à la cassure du métal, ces motifs n'expliquent point, au moins d'une manière satisfaisante, l'infériorité des pièces d'aujourd'hui (2).

La surface de rupture des anciennes bouches à feu est d'une couleur vive, parfaitement uniforme, de même nature, d'une texture serrée, compacte, les aspérités très-tranchantes, tandis que, dans les nouvelles bouches à feu, elle est pâle, inégale, d'une texture lâche et plus rase.

Dans un rapport adressé au ministère de la guerre, en 1822, par le directeur des fonderies de France (le général Marion), on remarque que l'alliage du zinc avait déjà été supprimé du temps de Keller. Cette assertion ne paraît pas exacte, puisqu'il est connu que jusqu'au moment des épreuves exécutées par le général Gribeauval, le zinc était employé dans le métal à canon.

(1) Geisler se trompe; *les pièces coulées* avec la bouche en bas avaient la culasse extrêmement poreuse et les boutons de culasse cassaient facilement. *Note du traducter.)*

(2) L'ouvrage de Dartini copié en grande partie sur celui de M. de l'Épine, n'apprend rien sur l'art des fontes; ses produits constatés par la commission présidée par le colonel Douay, ont été reconnus de mauvaise qualité. *(Note du traducteur.)*

Dans la troisième édition de *Saint-Remy*, qui date de 1745 (1), il est question du zinc comme étant encore en usage dans les fonderies.

La volatilisation de ce métal n'est pas un motif de le supprimer, puisqu'elle n'a lieu que dans des fontes répétées, et qu'alors on peut, dans chacune, en ajouter en proportion de ce qui s'en évapore. Si l'on concluait de cette évaporation que le zinc est inutile, nous dirions que cette assertion est sans fondement, puisque l'analyse fait découvrir du zinc dans toutes les anciennes bouches à feu (2).

Morla conseille d'employer le zinc dans le métal à canon. Il attribue les logemens et battemens de boulets dans les pièces à la grande quantité de plomb que le zinc contient. Il convient cependant que cet alliage ternaire est plus difficile à former dans des proportions exactes que l'alliage en usage; difficulté, du reste, qu'on pourra surmonter avec les connaissances que l'on acquiert chaque jour en métallurgie.

Dussaussoy (aujourd'hui lieutenant-colonel, directeur de la fonderie de Douai), a trouvé, dans des essais qu'il a faits en petit, que l'on n'affaiblit point la résistance du bronze par une addition de zinc, quand ce métal ne dépasse pas la proportion de 3 p. 100; que l'alliage en devenait beaucoup plus fusible, et qu'il était moins sujet aux soufflures.

L'artillerie danoise emploie encore aujourd'hui le zinc dans la fabrication de ses bouches à feu.

(1) Ce qui est rapporté dans cette édition est la copie de ce qui a été avancé dans la première édition publiée en 1702.

Maritz qui a travaillé bien avant les épreuves et les expériences pour le système Gribeauval n'employait déjà plus le zinc. *(Note du traducteur.)*

(2) Le zinc qui rend le métal plus fluide était nécessaire dans le temps où les pièces étaient couvertes de bas-reliefs; mais aujourd'hui ce métal ne ferait qu'augmenter le déchet.

(Note du traducteur.)

Il résulte de tout ce qui vient d'être dit, qu'il n'y a aucun motif fondé pour rejeter le zinc de l'alliage des canons. Il y aurait, au contraire, des motifs de le conserver, puisqu'il paraît certain que la décadence des bouches à feu en bronze, si nous pouvons nous exprimer ainsi, correspond à la suppression du zinc dans l'alliage dont elles sont formées (1).

Il a été fait peu d'essais pour constater la dureté de l'alliage ternaire cuivre, étain et zinc, parce que dans le temps où il était en usage on ne portait pas sur le matériel de l'armée cette grande attention qu'on y apporte aujourd'hui.

On coula en 1739, à Turin, deux canons de 16.

L'alliage du 1er était composé de	100 cuivre. 5 étain. 20 laiton.	ou	92 cuivre. 4 étain. 4 zinc.
id. du 2e id.	100 cuivre. 2 étain. 20 laiton.	ou	93 4 cuivre. 1 5 étain. 4 1 zinc.

Le premier fut mis hors de service après trente coups tirés avec une charge de huit livres de poudre ; le deuxième après quatorze coups. Une pièce toute pareille, dont l'alliage était de 9 d'étain sur 100 de cuivre, soutint seulement cent quarante coups. Les alliages des deux premiers avaient été formés contrairement aux principes, puisque le zinc ne procure pas de dureté au métal, mais seulement l'étain.

Deux autres canons de 16, fabriqués avec le même alliage, eurent un sort tout semblable; car l'âme de celui qui contenait cinq d'étain eut un accroissement de diamètre de vingt-neuf points, après trois coups tirés avec une charge de dix livres deux tiers de poudre, et l'âme de celui qui contenait deux d'étain,

(1) Cela n'est pas prouvé. Le zinc n'est pas nuisible, mais il n'augmente pas la durée des bouches à feu et produit un déchet plus grand dans les fontes.

(Note du traducteur.)

eut un accroissement de trente-six points après le même nombre de coups tirés à la même charge.

En 1771 on éprouva encore, à Turin, un canon de 32, dont l'alliage était le suivant ; savoir :

100 cuivre. 12 étain. 6 laiton.	ou	88, 5 cuivre. 10, 1 étain. 1, 4 zinc.

On tira huit cents coups en huit jours (douze coups par heure) avec une charge de dix livres deux tiers de poudre, sans que l'âme ait manifesté la moindre altération.

Un autre canon du même calibre, et fabriqué avec le même alliage, fut éprouvé la même année dans la même ville. On le chargea avec vingt livres de poudre; on y fit entrer avec force un bouchon de foin ; on remplit le reste de l'âme avec de la terre glaise fortement comprimée ; on ferma la bouche avec un tampon qu'on assujettit avec des éclisses, et le bouton de culasse fut appuyé contre une poutre solidement établie. On plaça une pareille poutre en avant de la bouche, on la relia à la première, et on mit le feu à la pièce. L'explosion eut lieu sans qu'elle éprouvât la moindre dégradation.

En 1780 on éprouva en France un canon de 4, dont l'alliage était :

100 cuivre. 61 laiton.	ou	90, 5 cuivre. 9, 4 laiton.

Il résista au tir de sept cent vingt-cinq coups ; mais l'âme se trouva très-évasée à la bouche.

Ce que nous pouvons apprendre de l'usage des anciennes bouches à feu ne suffit pas pour établir une comparaison entre elles et celles d'aujourd'hui, puisque l'on se servait, ainsi que Dartein le remarque (1), de poudre faible, et que l'on tirait très-

(1) Voir ce qui a été dit de Dartein, page 93.

lentement. Suivant Saint-Remy on tirait tout au plus trois coups à l'heure, et l'on rafraîchissait la pièce après chaque coup. D'après Diego Uffano on doit tirer tout au plus huit coups par heure, et laisser reposer la pièce une heure après quarante coups.

Errard, de Bar-le-Duc, cite comme une forte épreuve celle que le grand-maître d'artillerie de France fit faire sous Charles IX, en faisant tirer deux cents coups à une pièce en trois heures de temps, épreuve à laquelle elle résista.

Des bouches à feu appelées *Bückenbourg* donnaient aussi de très-bons résultats en campagne ; leur alliage était composé de la manière suivante :

100 cuivre. 25 laiton. 5 étain.	ou	91, 34 cuivre. 3, 85 étain. 4, 81 zinc.

Deux mortiers de soixante livres qui servaient dans la guerre de sept ans, et particulièrement au siége de Cassel, ainsi que dans les essais qui furent faits jusqu'en 1775, de l'artillerie du comte de Bückenbourg, sont encore en très-bon état.

Deux canons de 6 qui ont fait le même service, n'ont aucunes traces ni empreintes du boulet dans l'âme. Il en est de même de quatre canons de 3 et de sept mortiers à main, quoiqu'ils soient restés plusieurs années sous l'eau.

C'est là toutes les expériences que l'on a pu réunir sur les anciennes bouches à feu à alliage ternaire. Elles ne suffisent point, comme l'on voit, pour donner une solution satisfaisante sur le mérite de cet alliage. Il serait néanmoins intéressant de rassembler de nouveau tous les essais qui ont été faits sur ce sujet, afin de s'assurer si, en ajoutant une certaine quantité de zinc, comme aussi en augmentant celle d'étain, on ne pourrait pas, sans altérer la tenacité du métal, lui donner plus de dureté, particulièrement pour les gros calibres.

Alliage de cuivre et d'étain.

Avant de passer aux expériences qui ont été faites sur la résistance du métal des bouches à feu en usage aujourd'hui, il nous paraît convenable de jeter un coup-d'œil sur les connaissances que nous possédons sur cet alliage, ainsi que sur les métaux qui peuvent y entrer, et qui, sans que nous nous en apercevions, peuvent en changer les qualités. Il nous sera plus facile de comprendre plus tard pourquoi des essais en grand, très-coûteux, ont souvent donné des résultats si peu décisifs, et peut-être aussi pourquoi des pièces isolées ont si peu résisté aux épreuves, sans que l'on ait pu en apprécier la cause.

Il existe encore à présent des opinions bien contradictoires sur les propriétés des différens alliages de cuivre et d'étain. Les uns pensent que le réfroidissement trop lent d'une pièce diminue sa dureté; d'autres que c'est un réfroidissement prompt qui produit cet effet. Ceux-ci supposent que l'âme est d'autant plus dure qu'elle contient plus d'étain; ceux-là que cette circonstance accélère sa dégradation, ou bien qu'elle se décompose, ou enfin que c'est l'arrangement mécanique des parties du métal qui, dans cette circonstance, lui donne de la dureté. Comment, après le grand nombre d'essais qui ont été faits sur les bouches à feu, peut-il exister encore de telles contradictions sur des faits aussi simples? On ne peut le comprendre que lorsqu'on approfondit ce sujet, parce que l'on voit alors que nous manquons en général des notions métallurgiques nécessaires. L'on ne juge l'alliage que sur la quantité d'étain qu'on y a mise, sans rechercher ce qui en reste après la fusion, et par conséquent ce qui s'est ou perdu ou brûlé.

Lorsqu'on fait une analyse, l'on ne dit pas ordinairement

dans quelle partie de la bouche à feu l'on a pris l'échantillon qu'on y a employé. Mais les buchilles provenant du forage ont une autre proportion d'étain si elles sont prises au bourrelet, que si on les a obtenues en tournant le bouton de culasse, ou même en tournant le bourrelet. Nous n'avons jamais la combinaison du métal dont nous faisons usage, puisque l'alliage change dans ses proportions par le réfroidissement plus ou moins prompt des diverses parties de la pièce, et par d'autres circonstances qui nous sont inconnues. Nous ne pouvons donc attendre les mêmes résultats de deux alliages qui auraient été composés dans les mêmes rapports et dans des circonstances semblables, puisque les parties qui les constituent peuvent être combinées entr'elles tout différemment.

Les essais chimiques qui ont été faits à ce sujet, l'ont été en grande partie par des personnes peu exercées à ce genre d'opérations ; enfin ils ont été la source d'erreurs funestes qui se sont propagées jusqu'à ces derniers temps.

Le meilleur ouvrage que nous ayons sur l'alliage des bouches à feu est celui d'Hervé (1), publié en 1827, sur la matière à canon. Il est un nouveau témoignage à l'appui de notre opinion. Un exemple pris dans cet ouvrage plein de mérite, nous paraît curieux. L'auteur dit, page 66, que l'on a analysé le métal de six bouches à feu, et que *le chlorure de soude*, dans une dissolution par l'acide nitrique, a donné quelques traces d'argent. La présence de ce métal n'a pas encore été remarquée dans de pareilles circonstances ; il serait donc nécessaire de s'assurer avec le plus grand soin si c'est bien en effet ce que la réaction a produit ; s'il n'en était pas ainsi, ce pourrait bien être du plomb ; et comme le chlorure de plomb est assez solu-

(1) Voir le passage dans la brochure d'Hervé.

(*Documens sur a matière à canon*, *Strasbourg*, 1827.)

ble, il faudrait que la quantité de ce métal que les bouches à feu contenaient ait été très-considérable pour avoir laissé un dépôt, et alors on pourrait conjecturer que l'explosion de deux de ces bouches à feu est provenue de cette cause plutôt que de celle que l'on attribue à la proportion de l'étain qui y entrait, à raison de 14 p. 100.

Nous n'obtiendrons des notions certaines sur la fonte des bouches à feu en bronze, sur la tenacité du métal, sur la dureté et sur la proportion de l'alliage, que lorsqu'on éprouvera des pièces différentes coulées dans des moules conservés très-chauds; qu'après qu'on aura fait des analyses sur des buchilles tirées de la volée, des tourillons et de la culasse (1); enfin qu'après qu'on se sera assuré positivement comment se comporte l'alliage aux différens points de la bouche à feu, par les diverses méthodes de réfroidissement.

L'on conçoit aisément que les dimensions des pièces ont aussi sur cet objet une grande influence; cependant nous avons vu que des alliages entièrement semblables avaient produit des bronzes très-différens, quoique l'analyse n'y eût montré rien d'étranger.

Le bronze se décompose à chaque réfroidissement pour rentrer dans une combinaison particulière; très-souvent il n'est point possible, même avec des yeux très-exercés, de reconnaître cette décomposition; d'autres fois on la voit très-distinctement; mais on ne peut en découvrir la cause. Le métal se trouve souvent jaunâtre avec des taches blanches. Dans des fontes exécutées sans le moindre accident, soit dans des petites coulées, soit dans des grandes, soit dans celles qui ont lieu dans des creusets, soit dans celles exécutées dans des fourneaux.

(1) C'est ainsi que les analyses ont lieu aujourd'hui sur des essais pris à la bouche, au centre et au fond de l'âme. (*Voir le réglement sur les fonderies.*) (*Note du Traducteur.*)

Quelquefois aussi il y a des indices d'oxides. Les taches d'étain ont quelquefois plusieurs centimètres de longueur.

Dans les gros mortiers coulés à noyau, les gerçures, lorsqu'il s'en trouve, se remplissent d'un métal blanchâtre, qu'on y voit souvent en grande quantité.

Lorsque l'on coule des bouches à feu dans des moules bien confectionnés et entretenus bien chauds, il arrive souvent que ce métal blanchâtre, au lieu de tomber par le réfroidissement dans le bas du moule, jaillit avec force dans le haut.

Cette circonstance se manifeste particulièrement dans la fonte des métaux neufs; mais elle a également lieu dans la refonte des vieux bronzes.

Lorsqu'une bouche à feu est échauffée long-temps, ce métal entre en fusion.

Jusqu'à présent l'on a cru que ce métal était de l'étain, et tous les ouvrages écrits sur cette matière les désignent comme tels; mais les analyses prouvent à l'évidence que cet alliage contient vingt-trois parties d'étain et soixante-dix-sept de cuivre. Cet alliage est aussi dur que le métal de cloche; il est d'un grain fin (1); d'où il résulte qu'il est tout-à-fait inexact de soutenir que l'étain ne se combine pas chimiquement avec le cuivre. La matière du bronze est probablement formée de plusieurs combinaisons chimiques opérées naturellement, dont nous ne connaissons ni les principes, ni l'arrangement. Ce que Meinecke dit à ce sujet n'a point d'apparence de vérité, et ne s'accorde avec aucune observation chimique. Il est aussi peu prouvé, comme le soutient Dussaussoy, que le cuivre ait une capacité différente pour l'étain, selon sa température. Ce qui a lieu dans une dissolution n'a pas lieu dans des combinaisons chi-

(1) Les analyses faites en France donnent les mêmes résultats.

(Note du Tr

miques, et le réfroidissement devrait toujours niveler les résultats. Nous n'émettrons donc point d'opinion sur la question de savoir si, par la cassure de l'alliage, il est possible de reconnaître à quelle température il a été coulé, si nous en exceptons ceux qui l'ont été à des températures extrêmes, sur lesquelles le brillant et la netteté de la cassure peuvent donner quelque présomption.

Un plus grand vice vient de ce qu'on n'examine point les anciennes bouches à feu que l'on refond (1). Le fondeur se borne à juger de leur composition par leur couleur. Il calcule à-peu-près le déchet de l'étain, et il ajoute dans la fonte, par approximation, ce qui lui paraît manquer.

Mais les fondeurs les plus exercés se trompent souvent; les alliages où il entre du fer, du plomb, de l'arsénic ne sont pas appréciés à l'inspection de la cassure. Au reste, les travaux de M. Dussausoy font connaître l'influence de ces corps étrangers sur la nature du bronze.

L'on ne doit pas s'étonner d'après cela si les bouches à feu donnent des résultats différens de ce que nous attendons de la proportion de leurs alliages. Il n'est pas rare qu'elles contiennent de 2 à 4 p. 100 d'étain de moins que ce que prescrivent les réglemens. C'est sans doute par ce motif que beaucoup de personnes soutiennent que les pièces espagnoles doivent être meilleures que les autres, attendu qu'on les fabrique toujours avec des métaux neufs, bien que des fondeurs prétendent que l'alliage de métaux neufs est moins parfait que celui de métaux vieux.

Les essais proposés par Scharnhorst prouvent que dans les al-

(1) En France, on prend à chaque pièce un échantillon qui est analysé avec la plus grande précision et qui sert à régler le changement du fourneau pour avoir le titre voulu. *(Note du traducteur.)*

liages de métaux neufs l'étain éprouve plus de déchet que dans ceux de métaux vieux.

Assurément cela ne vient pas de ce que les métaux vieux sont mal affinés, et qu'ils contiennent des métaux étrangers, mais dont nous ne connaissons pas les parties constituantes. Qu'on analyse exactement les uns et les autres, on trouvera que lorsqu'on les compose de la même manière et dans les mêmes proportions, on obtient des résultats semblables (1).

L'addition de cuivre neuf à l'ancien bronze pour les fontes, est la meilleure preuve de l'inexactitude avec laquelle on procède encore dans la plupart des fonderies, où l'on n'opère pas avec autant de soins qu'en France.

Le raisonnement que l'on faisait autrefois lorsque l'alchimie était en honneur, prouve l'état de la science qui servait de base à cette fabrication. Dartheim, entièrement d'accord sur ce point avec ce qui précède, dit, dans son *Traité élémentaire*, tome III : « Que les buchilles provenant de l'une des bouches à » feu contiennent sinon le meilleur métal, du moins un métal » aussi bon que celui du reste de la pièce, d'où vient la dispo- » sition des fondeurs à les employer dans les fontes en grand, » comme un utile restaurant pour réparer les pertes occasio- » nées par l'ardeur du feu. »

Qui ne croirait d'après cette phrase, que les buchilles plus riches en étain que les autres parties de la bouche à feu, ne soient plus particulièrement propres, dans les nouveaux coulages, à remplacer l'étain qui viendrait à se volatiliser?

Quant à la manière dont ce métal se répartit dans les bou-

(1) Avec cette différence que le bronze fondu plusieurs fois est plus dur que celui qui l'est pour la première fois, les proportions de l'alliage étant les mêmes.

ches à feu, c'est encore un mystère qui nous est entièrement inconnu.

L'analyse des buchilles provenant des tourillons et du forage d'un obusier de dix livres coulé plein dans un moule en terre, a donné les résultats suivans :

A la culasse extérieurement. . .	9,68 p. 100 d'étain.
A la chambre.	10,03
Au bourrelet extérieur.	9,36
Dans l'âme à la bouche.	8,96

Ce qui prouve que le métal est plus riche en étain à la culasse, qui est la partie inférieure, qu'à la volée. La même chose s'est présentée dans des essais faits en France, où un canon de 4 contenait 9 p. 100 d'étain à la culasse, 9,58 au milieu et 8,59 à la volée; peut-être les mêmes résultats se présentent-ils avec d'autres alliages et avec une méthode de moulage différente Il est un fait bien avéré et observé dans la fabrication de ces mêmes bouches à feu, c'est qu'elles sont plus difficiles à forer et à percer à la culasse qu'à la volée, ce qui décèle une plus grande quantité d'étain dans la première partie.

D'après Dussaussoy, une bouche à feu contient plus d'étain à sa surface qu'à l'extérieur et qu'à la culasse. Suivant d'autres, c'est tout le contraire, opinion qui est d'accord avec le fait suivant observé sur un canon de 6.

Au bourrelet intérieurement. . . .	7,70 p. 100 d'étain.
Idem extérieurement.	7,86
A la culasse intérieurement. . . .	8,39
Idem extérieurement.	8,50

Dans presque toutes les anciennes bouches à feu, on trouve du plomb et quelquefois un peu de fer; dans un canon de 24,

en bronze, qui a éclaté à Coblentz en 1326, et qui a montré une tenacité extraordinaire, on a trouvé (1) :

Cuivre	92,084
Étain	7,906
Plomb	0,010
Total . . .	100

J'ai trouvé dans la culasse de cette pièce

Cuivre	90,36
Étain	9,25
Plomb	0,36
Total . . .	100

J'ai trouvé encore une plus grande quantité de plomb dans une pièce turque prise à Varna dans la dernière guerre. Elle contenait dans le bouton de culasse,

Cuivre	89,68
Étain	8,62
Plomb	1,75
Total . . .	100,05

Cette quantité de plomb peut varier dans les différentes parties d'une même bouche à feu : car souvent il s'en trouve beaucoup dans la culasse, moins à hauteur des tourrillons et point du tout à la volée ; fait qui a été remarqué en France.

L'analyse d'un canon de 12 hanovrien, devenu hors de service en 1830 après avoir tiré 100 à 201 coups avec la charge

(1) Analyse au surplus, à laquelle on ne peut pas accorder plus de confiance qu'aux analyses ordinaires et qui n'offre pas toute la rigueur nécessaire, car un second chimiste a trouvé pour le même bouche à feu :

91, 00	cuivre.
8, 653	étain.
99 653	

(Auteur.)

de la moitié du poids du boulet a donné les résultats suivans :

Cuivre	90,5
Étain	5,4
Plomb	1,8
Antimoine	2,3
Total . . .	100

La découverte du plomb dans le bronze et surtout celle du fer présente sans doute des difficultés, mais pour y découvrir la présence de l'arsenic, il faut faire des recherches rigoureuses. La plupart des analyses à ce sujet ayant été faites par des chimistes peu expérimentés, l'on ne peut y ajouter une grande confiance, attendu qu'ils ont presque toujours négligé de reconnaître la présence de ces métaux qui ont une grande influence sur l'alliage, lors même qu'ils n'y entreraient qu'à raison d'un pour cent. L'appréciation même de la dose d'étain qui devrait être rigoureuse n'est pas facile et les renseignemens fournis à ce sujet par les ouvrages d'art sont généralement fort inexacts (1).

On peut donc conclure avec raison que nous ne connaissons qu'imparfaitement les propriétés des alliages employés à la fabrication des bouches à feu, et que toutes les recherches qui ont eu lieu jusqu'à présent sur ce sujet n'ont été que très imparfaites et peu raisonnées, ce qui fait que nous ne devons pas nous étonner si elles n'ont donné aucun résultat satisfaisant (2).

(1) L'instruction donnée par MM. Darcet, Gay-Lussac et Chaudet ne laisse plus rien à désirer sur l'exactitude des analyses.

(Note du traducteur.)

(2) Les expériences faites en France par la commission nommée le 6 novembre 1824, répandront un grand jour sur la dureté et la tenacité des divers alliages essayés.

(Note du traducteur.)

Nous allons nous occuper actuellement des épreuves faites dans différens pays.

En 1740 on essaya en France deux canons de 24 coulés massifs en bronze : chacun d'eux soutint 1,500 coups avec une charge de la moitié du poids du boulet. Après cette épreuve qui dura trente-six jours l'âme de ces pièces se trouva en parfait état de service.

En 1752 on essaya à Turin trois canons de 16 dont l'alliage était de cent parties de cuivre et huit d'étain (92,6 et 7,4), ils tirèrent d'abord deux coups d'épreuve avec une charge de douze livres de poudres, et les autres coups avec une charge de huit livres. L'un d'eux fut hors de service au 139 me coup, l'autre au 232 me et le troisième au 247 me.

En 1759 un canon semblable fut éprouvé de la même manière, mais avec dix livres deux tiers de poudre. Après avoir tiré 146 coups il se trouva très endommagé sans être entièrement hors de service.

Dans la même année un canon de 32 dont l'alliage était de cent de cuivre et neuf d'étain (91,7 et 8,3) fut soumis au tir avec une charge de douze livres qu'on augmentait tous les deux coups jusqu'à ce qu'elle eut été portée à vingt livres, l'âme s'était élargie de neufs points.

En 1773 on éprouva en Hollande deux canons de 8 coulés pleins ; l'un était sans défauts et l'autre avait extérieurement beaucoup de soufflures Ils soutinrent chacun en onze jours sans manifester aucune dégradation, bien que leur température fut portée jusqu'à 80 degrés Réaumur.

En 1792 on coula plein à Séville deux canons de 24; chacun d'eux soutint en 61 jours 5124 coups. Cette épreuve est remarquable et considérablement différente de toutes celles qui ont eu lieu avant et après. Elle serait décisive en faveur de l'emploi

du bronze pour la fabrication des canons de gros calibres, si Dussaussoy dans une note remise en 1820 à l'inspecteur des fonderies de France n'eut pas fait connaître que ces expériences furent confiées à des artilleurs qui y apportèrent peu d'exactitude.

Vers le même temps il s'éleva en France des plaintes nombreuses sur la faible résistance des bouches à feu coulées à Douay, par Beranger. Poitvin qui avait dirigé la fonderie de Vienne y fut appelé comme directeur, et l'on éprouva en 1785 quelques-unes des bouches à feu de sa fabrication qui résistèrent trois fois autant que celles éprouvées en 1765. Mais il est à remarquer que dans cette épreuve on avait tiré avec boulet ensaboté, tandis qu'auparavant on avait tiré à boulet roulant. On ne regarda donc pas cette épreuve comme suffisante et l'on fit une nouvelle commande à Poitvin de bouches à feu pour être comparées à celles de Béranger. Ce qui eut lieu à Douay en 1786 sous la présidence de Thibonteau Gomer et Desalmont. L'on consomma dans cette épreuve cent-vingt mille livres de poudre, trente-huit mille livres de projectiles, et l'on n'obtint rien de concluant.

Les résultats qui ont été publiés plusieurs fois en sont connus, nous allons néanmoins les présenter ici; mais avec la plus grande brièveté possible.

CALIBRE	DÉNOMINATION.	Quantité d'étain sur 100 de cuivre.	Nombre des coups contenus.	Logement du boulet, en points français.	Après combien de coups le logement a été mesuré.	OBSERVATIONS.
4 livres.	Danaé.......	9, 3	6000	18	1900	Logemen de boulet après 1900 coups.
	Jone........	8, 3	5000	19	175o	Idem, après 1710 coups.
	Fougueuse...	11, »	3000	15	1950	Idem, après 1959 coups.
	Follette......	11, »	2500	16	1750	Idem, aprés 17g0 coups.
	L'Habile.....	11, »	196	24	»	Tiré avec boulet roulant.
8 livres,	Jason.......	8, »	3000	25 1/2	»	
	Apollon.....	8, »	3000	27	»	
	Le Coq......	11, »	3009	30	302	Après 2302 coups, battem. très-consid.
	Le Rigide....	11, »	3000	25	»	Pareillement.
12 livres.	Rémus......	5, 4	918	33	150	Déj àaprès 150 coups, battem. consid
	Romulus.....	5, 4	916	36	»	
	Le Souffleur..	11, »	2400	28	»	
	Le Courtisan.	11, »	2400	27 1/2	»	
16 livres.	Médée......	7, 6	50	»	»	
	Syrène......	7, 6	468	28	»	
	Pallas.......	8, 3	825	27	»	
	Bellone......	8, 3	3350	37	1240	Après 1240 coups, logem. de boulet.
	Impitoyable,.	11, »	425	27	»	
	La Constante.	11. »	720	37	»	
34 livres.	Hercule......	8, 3	175	45	»	
	Jupiter......	8, 3	57	25	»	
	Fameux.....	11, »	37	25	»	
Mortier de 8. pouces.	Rayonnant.	11, à	190	25	70	Logement de boulet après 70 coups.
	à chambre	7, 6	600	»	»	
	cônique.	8, 4	600	»	»	
Idem.	avec chambre	11, »	600	»	»	
	cylindrique.	11, »	600	»	»	

Tous les canons de 24 et de 16, ainsi que celui de 4, appelé l'*Habile*, furent tirés à boulets roulans et les autres à boulets ensabotés.

On voit par le canon de 4, la grande différence produite dans la durée de la pièce par l'emploi du sabot. Cependant on ne

peut pas concevoir pourquoi le canon de 16, la *Bellone*, résista bien plus longtemps que les autres.

Des 600 coups tirés avec les mortiers :

500	furent tirés	à chambre pleine dont 19 à 70° et les autres	à 20°.
25	id.	à une livre et . . .	à 20°
25	id.	à 24 loth ou 12 onces et .	à 30°
25	id.	à 22 loth ou 11 onces et .	à 40°
20	id.	à 20 loth ou 10 onces .	à 45°
5	id.	à 16 loth ou 8 onces . .	à 45°

Les mortiers à chambre conique soutinrent bien l'épreuve, si ce n'est que les tourrillons se courbèrent. Ceux à chambre cylindrique furent très dégradés à la volée.

En 1787, deux canons de 4, dont l'alliage était de 11 d'étain sur 100 de cuivre, furent essayés l'un avec boulets ensabotés et l'autre à boulets roulans. Ils soutinrent 4,000 coups. Le premier avait seulement une augmentation de 19 points à l'endroit le plus dégradé, l'autre avait plusieurs battemens, dont le plus profond était de 3 lignes 2 points 1/2. Ces deux canons avaient été fabriqués avec des métaux neufs.

En 1793, on fit en Russie des épreuves sur un canon de 18, qui résista à 2,197 coups. Il en fut de même d'un canon de 12 qui tira 5,023 coups. Ces deux pièces qui avaient déjà tiré auparavant un grand nombre de coups, ne manifestèrent après l'épreuve aucune dégradation.

Au siège de Gibraltar, plusieurs canons de 24, coulés pleins, soutinrent 60 coups et plus par jour, tirés sans interruption avec une charge de 12 à 16 livres de poudre sous les angles de 10 à 19°, sans éprouver aucune dégradation.

Au contraire, les canons en bronze employés au siége de Saint-Edme de Roses et de Reht, résistèrent très peu.

A la suite de ce dernier siège, en 1797, on nomma une commission pour examiner les plaintes du général en chef de l'armée

du Rhin ; cette commission déclara que de nouveaux essais sur la composition du métal à canon étaient généralement nécessaires. Une autre commission attribua le peu de durée des gros calibres au mélange imparfait des métaux composant l'alliage et à son refroidissement lent dans le moule. Si les tableaux de Dartein sont vrais (*Observations sur la fabrication des bouches à feu*), on affinait très mal les métaux en France, pendant la révolution et quelque temps après. Il y avait alors, en France, beaucoup de fonderies, et ceux qui les dirigeaient étaient si peu expérimentés, qu'ils firent les plus grandes fautes. Aussi l'on rapporte que 10 gros mortiers de 12 pouces, coulés à Metz, éclatèrent aux premiers coups d'épreuve.

4 canons de 24 courts, coulés à Toulouse, éclatèrent en 1809, en Espagne, avec la charge de 9 livres de poudre ; en 1817, on trouva encore dans cette ville 43 pièces semblables, dont 6 furent soumises aux épreuves suivantes :

1° On tira 4 coups avec 10 livres de poudre et un boulet plein ; l'un d'eux, n° 4, éclata au premier coup en 4 morceaux ; un autre, le n° 20, éclata au troisième coup en plusieurs morceaux et celui n° 3, eut des crevasses.

2° On tira ensuite 15 coups à la charge ordinaire avec les trois canons qui avaient résisté. Ils manifestèrent dans cette épreuve un grand nombre de gerçures à l'emplacement du boulet ; celles du canon n° 19 étaient plus fortes que les autres, cependant elles ne laissèrent pas transpirer l'eau.

L'analyse du métal au bouton de culasse donna pour les pièces d'épreuve, sur 100 de cuivre, savoir :

N° 4	*a*	16, 37 d'étain.
20	*d*	15, 70
52	*e*	13, 18
17	*b*	12, 95

93	f	11, 54
19	c	11, 28

On y trouva aussi des traces d'argent, ou plutôt de plomb, d'après ce que nous avons dit plus haut. Ceci prouve clairement combien les procédés employés dans la fonte des métaux sont incertains et combien les alliages des bouches à feu que nous pensons obtenir identiques, peuvent offrir de différences.

En 1810, on fit éclater à Neisse, un canon de 6 en fer et un autre du même calibre, tous deux de 18 calibres de longueur et du poids de 8 quintaux 1/2; le premier éclata avec 6 livres de poudre; le deuxième avec 11 livres.

En 1821, on fit à la Fère, des épreuves sur des bouches à feu nouvellement coulées.

1° Trois canons de 24 furent tirés à boulets roulans; après 360 coups, il y eut un logement de boulet considérable et l'âme s'était élargie en arrière du boulet: on prit alors de la poudre anguleuse au lieu de poudre ronde; par ce moyen le boulet se trouvait plus en arrière. On tira ainsi jusqu'à ce qu'il y eut un nouveau logement de 18 à 20 points, ce qui eut lieu dans le premier canon après 530 coups; dans le deuxième après 764, et terme moyen sur les trois pièces après 638. Au moyen d'une section faite avec une scie, on trouva une grande quantité de battemens dans l'âme et des traces de fusion. L'augmentation des diamètres de l'âme ne se fesait point apercevoir à l'extérieur de la culasse.

2° Trois canons de 24 furent tirés avec des boulets ensabotés; deux d'entre eux soutinrent 3,000 coups sans éprouver de dégradations considérables; le troisième se trouva hors de service après 2,460 coups, l'âme s'était élargie dans une longueur de 2 pieds 9 pouces à partir de la culasse. On avait également remplacé la poudre ronde par la poudre anguleuse.

Au 230e coup, on remarqua extérieurement un élargissement à la culasse, il augmenta jusqu'à ce qu'enfin il se forma des crevasses dans toute la longueur de cette pièce de canon. On remarqua que les taches d'étain augmentaient vers le milieu et vers le bas.

3° De trois canons de 24 coulés à noyau et au même alliage que ceux dont il vient d'être question, ce qui en rend la comparaison difficile, l'un fut tiré à boulet roulant et les deux autres à boulet ensaboté. Tous les trois manifestèrent des dilatations à la culasse et furent hors de service plutôt que ceux coulés pleins.

4° On fit tirer deux canons de 4 jusqu'à ce qu'il s'y formât un logement de boulet de 11 points, ce qui arriva pour l'un au 1,950e coup et pour l'autre après 2,000 coups.

On employa au polygone de Strasbourg quatre canons de 24, coulés en 1818 et 1819 avec un alliage de 13 d'étain; trois d'entre eux soutinrent le tir des écoles depuis 1820 jusqu'en 1825; le quatrième se trouvait encore en état de servir en 1826.

Une bouche à feu a tiré 800 coups avec 6 livres de poudre.				
La deuxième,	id.	826	id.	
La troisième,	id.	2154	id.	*Savoir* :
				348 avec 11 1/2 onces.
				588 — 15
				426 — 16 — 23
				174 — 6 livres.
				60 — 8
				38 — 12
La quatrième pièce, 2,350.				*Savoir* :
				296 avec 14 onces.
				449 — 15 — 1/2.
				910 — 17 — 1/2.
				295 — 6 livres.

En 1823 et 1824, on fit à Strasbourg des épreuves sur la manière la plus avantageuse de charger; on y employa huit canons de 24 et un de 16; tous étaient à l'alliage de 12 à 14 d'étain pour

100 de cuivre et de la même coulée. Ils soutinrent l'épreuve suivante :

N° 1. chargé avec sabot conique court.		700 coups.	
2.	id.	1,400	id.
3. Chargé avec sabot éclisse dans lequel le boulet fut chassé avec force.		900	id.
4.	id. id.	700	id.
5. Chargé avec un bouchon de foin, ...		1330	id.
6.	id. id.	800	id.
7.	id. de terre glaise, . . .	1,400	id.
8. Chargé avec sabot en carton, ...		988	id. (1).
Le canon d. 16, chargé avec un bouchon de foin, ...		2,200	id.

Après 700 coups, le refoulement (celui des canons tirés avec des bouchons de foin étant pris pour unité) fut :

Avec un sabot ordinaire.	2,450
Avec sabot éclisse.	2,855
Avec bouchon en terre glaise.	3,690
Avec sabot en carton.	4,730

La cassure des bouches à feu offrait un gros grain et beaucoup de gerçures.

Le canon n° 8, après avoir tiré 800 coups, en tira 150 avec des bandes de feutre en place de sabot.

D'après ces essais faits récemment en France, Hervé conclut contre notre opinion exprimée antérieurement, que les fonderies françaises se sont améliorées. Il ajoute que dans l'année 1680, les bouches à feu coulées par Keller éprouvèrent un rebut de 28 pour cent; tandis que de 1820 à 1826, celles qui furent coulées à Strasbourg n'eurent que 11 pour cent de rebut; attendu que sur 607, il y en eut 67 de rejetées et 21 qui le furent avec perte du déchet pour l'entrepreneur (2).

(1) Voir les expériences de Toulouse consignées dans le n° du *Journal des Sciences Militaires* de 1826. *(Note de l'auteur.)*

(2) Ces rebuts furent de 33 pour cent. (Mémoires de ce qui s'est passé ou fait en fonte depuis 1666, etc.)

Mais, d'un autre côté, sur 141 bouches à feu que la fonderie de Douai livra, il y en eut 32 qui ne purent soutenir l'épreuve, ce que l'on attribua à la prompte inflammation de la nouvelle poudre.

On essaya en Prusse, en 1813, de faire éclater un canon de 6, un de 12 léger et un de 12 pesant. En les classant d'après leurs poids, leurs dimensions et leurs charges, on a le tableau suivant :

	Canons de 6 liv.	de 12 liv. léger	de 12 liv. p.
Poids des bouches à feu,	8 1/2 quintaux.	27 1/2 quintaux	34 quintaux.
Epaisseur du métal à la culasse sur le derrière.	2 p. 80	2 p. 50 id.	4 p. 48.
Epaisseur du métal à la culasse sur le devant.	2 — 60	2 — 50 id.	4 — 43.
Epaisseur du métal derrière les tourillons.	2 — 50	3 — 20 id.	4 — 10.
Charge d'explosion.	11 liv. en 8 coups	15 1/2 liv. en 13 coups	19 liv.

Avec 18 liv. 1/2 de poudre, ce canon avait déjà fait voir des crevasses, on tira deux coups avec la charge du tiers du poids du boulet, les crevasses s'élargirent peu; on le fit éclater ensuite avec une charge de 19 liv.

On essaya également de faire éclater en 1826 un vieux canon de 24 en bronze, pesant 54 quintaux. On commença de tirer avec une charge de 8 livres que l'on augmenta d'une livre à chacun des coups suivans. Au 29e coup tiré avec 36 livres, il manifesta des gerçures. On lui fit tirer ensuite 10 coups avec une charge de 8 livres, sans qu'il éprouvât des changemens remarquables. On lui fit tirer ensuite 11 coups avec les charges suivantes : 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 55, 60 et 65 livres. Le canon creva au dernier coup et cependant le boulet atteignit encore le blanc. Quant à la composition de son alliage, nous l'avons donnée plus haut.

Beaucoup de canons de 24 prussiens, ont déjà soutenu le tir de plus de 1,000 coups, tant dans les siéges que dans les écoles, beaucoup de canons de 12, plus de 2,000 coups ; ils sont encore, les uns et les autres de bon service. Le général Gassendy sou-

tient, au contraire, dans son Aide-Mémoire, que la France ne possède aucun canon de 24, qui puisse supporter le tir de 200 coups, et aucun de 16, qui puisse suffire à un siége de 14 jours.

Cela est confirmé par le *Journal des Sciences Militaires*, n° XIII, §. III, où l'on voit que les canons de 16 et de 24 en bronze, se trouvent souvent détériorés après 50 coups et qu'ils peuvent rarement servir après en avoir tiré 500 (1). Aussi l'on est généralement mécontent des bouches à feu en bronze, ainsi que nous l'avons déjà dit, puisqu'elles ne peuvent supporter la nouvelle poudre (2). D'après les expériences de 1817, quelques coups tirés à la charge de campagne suffisent pour faire éclater des pièces, ou au moins pour les gercer ou dilater au point de les rendre hors de service.

En 1819, un canon de 8 éclata et tua un canonnier.

Trois autres canons de 8, examinés après le tir, firent voir des crevasses et des refoulemens considérables. Ils furent remplacés par quatre nouveaux canons du même calibre, qui furent mis dans le même état après quelques coups. Ceux-ci remplacés de nouveau, présentèrent le même phénomène. Dans trois ou quatre écoles, trois nouveaux canons de 12 et douze de 8, coulés à Strasbourg, furent dégradés la plupart après un très petit nombre de coups; deux canons de 8, par exemple, après 7 coups et même un de ce calibre après 3 coups seulement. Un canon de 24 résista à 24 coups; huit canons de 8, coulés à Douai, eurent des refoulemens de 22 points après avoir tiré 6 coups.

(1) Sans doute les bouches à feu en bronze, surtout celles de gros calibre laissent beaucoup à désirer, mais les canons de 16 et même de 24 que l'on coule actuellement, résistent au tir de 12 à 1500 coups, et même à celui de 2000 quand on les emploie avec précaution. (*Note de l'auteur.*)

(2) C'est-à-dire que l'on n'a pas encore trouvé le moyen de la leur faire supporter. (*Note du traducteur.*)

Alliage de cuivre, d'étain et de fer.

Dès 1780 et 1781, Bregeot fit en France des essais à l'effet de combiner le fer avec le bronze. En 1787, un alliage de cuivre, de fer, d'antimoine ou de zinc, tenté en Saxe, avait donné de bons résultats.

A Berlin, Achard avait entrepris d'allier le cuivre au fer et à d'autres métaux; mais ses essais faits en petit n'ont pas été utilisés pour des opérations en grand. Ils laisse entrevoir cependant que lorsque l'on veut combiner le cuivre avec le fer en grande quantité, l'antimoine et l'arsenic, mais particulièrement ce dernier, sont les plus propres à faciliter cette opération.

De tous les alliages qu'il a formés et examinés, la combinaison de 7 de cuivre, 8,8 de fer et 3, 2 d'arsenic, est celui qui a montré la plus grande cohésion, et ceux qui ont montré la plus grande tenacité sont les deux suivans :

95, 2	de cuivre,	24	de fer	24	d'antimoine
83, 5	»	66	»	83	d'étain et 1,8 d'arsenic.

Mais quant à la proportion de ces métaux dans l'alliage après la fusion, c'est un fait qui est resté ignoré.

Le capitaine Hervé fait connaître des essais faits en Russie en 1819 par le général Gogel sur des alliages composés de cuivre, de zinc et de fer (1). Ce général fit couler des cylindres de trois pouces de longueur et de deux lignes de diamètre. Il en fit couper trois de chaque alliage et sur celui qui montra le plus de cohésion il fit l'épreuve suivante. Il le mit sous un poinçon d'acier de deux lignes de diamètre sur lequel il fit tomber un poids de 33 livres de France, d'une hauteur de 29 pouces. On

(1) Le 1er mai 1807, le ministre de la guerre de France autorisa le chimiste Bourgeois à couler des canons de siége avec un nouvel alliage qui devait être de cuivre, d'étain et d'une fonte particulière connue de ce chimiste. *(Note du traducteur.)*

répéta cette opération trois fois et l'on prit la profondeur moyenne des empreintes produites par le poinçon. L'alliage qui eut le plus de tenacité fut celui de 100 de cuivre, 10 d'étain et 10 de fer.

On coula la même année une licorne de trois livres dont l'âme avait 82,3 millièmes de diamètre et qui pesait 88 kil. ; pendant que la matière était encore dans le fourneau, on y introduisit 12 pour cent de fer forgé. Il n'en resta pas dans le four après la coulée et les copaux provenant du forêt attirable par l'aimant. Cette bouche à feu dont le métal n'avait que la moitié de l'épaisseur que l'on donne ordinairement à celles de la même espèce en bronze, fut soumise, après l'épreuve d'usage, au tir de 750 coups exécutés à raison de 5 à 6 par minute. Elle ne fut point dégradée quoique l'âme fut parvenue à la température de 110 degrés Réaumur. Une pareille licorne en bronze et aux dimensions ordinaires aurait été hors de service.

On coula en 1823 trois canons de 12 d'un alliage de 100 de cuivre, 19 d'étain et 12 de fer. La fonte ne réussit pas parfaitement. On ne les éprouva pas moins comme à l'ordinaire. On les tourna ensuite de manière à réduire l'épaisseur du métal d'un quart, et on les éprouva de nouveau. Celui qui avait le moins réussi tira 800 coups à boulet roulant concurremment avec un canon de 12 ordinaire, cette dernière pièce avait manifesté à la fin de l'épreuve un logement de boulet de quatre lignes de profondeur et des gerçures à l'emplacement de la charge. On cessa alors de tirer avec la charge ordinaire et l'on essaya de faire éclater les deux canons en employant les moyens suivans :

5 coups à	4 livres de poudre et	2 boulets,
1	4 1/2	2
1	5	2
1	5 1/2	2
1	6	2

1 coup à 6 1/2 livres de poudre et 3 boulets. 2 bouchons.			
1	7	3	
1	7 1/2	4	Le canon en bronze éclata.
3	7 1/2	4	
1	8	5	
1	9	6	Le canon commença à se dilater.
1	10	7	
1	11	8	
1	12	9	Le canon éclata dans la partie la plus mince.

Le général Gogel dit qu'une de ces pièces a soutenu le tir de 20,000 coups. *Bulletin des Sciences militaires avril* 1830 *page* 246 ; mais on est revenu sur l'exactitude de cette assertion, qui paraît dix fois trop forte.

En 1824 on coula en Prusse deux canons de 18 d'un alliage que l'on prétend être de 100 de cuivre, 11 d'étain et 25,7 de fer coulé, et auquel on donna une épaisseur en métal d'un quart plus faible que celle des pièces ordinaires de ce calibre. On soumit un de ces canons à une épreuve comparative avec un canon de 18 en bronze dont voici les résultats.

On tira :

100 coups avec 6 livres de poudre, 1 boulet, 2 bouchons de paille.			
100	»	»	»
125	»	»	»
25	»	»	1 boîte à mitraille.
57	»	»	1 boulet, 2 bouchons de paille.
55	»	»	1 boîte à mitraille.

Comme la pièce en bronze se trouva évasée à la bouche, on essaya de la faire éclater.

On tira :

1 coup avec 12 livres de poudre, 1 boulet, 1 bouchon derrière et 1 bouchon devant le boulet.		
1	13	idem.
1	14	»
1	15	»
1	16	»
1	17	»
1	18	»

1	19	»
1	20	»
1	21	»
1	23	»
2	25	11 boulets.
1	27	5
1	29	»
1	31	»
1	33	»
1	35	»
1	37	1

Cette bouche à feu éclata au dernier coup. On chargea alors celle du nouvel alliage avec 40 livres de poudre et un boulet sur lequel on mit de la terre glaise fortement comprimée autant que l'âme put en contenir. Elle résista à cette épreuve.

Cette fonte eut lieu au four à reverbère, où le fer fut introduit pendant que le cuivre était en fusion, et l'étain y fut mis comme à l'ordinaire.

On y introduisit quelquefois jusqu'à 30 pour cent de fer. La fusion dura depuis neuf heures du matin jusqu'à onze de la nuit, tandis qu'ordinairement elle ne dure que huit heures. La coulée se fit dans un moule en sable.

Des renseignemens reçus plus tard nous apprirent que ces essais furent continués en 1827 sur un canon de 12 dont l'épaisseur du métal était d'un tiers plus faible que de coutume; on exécuta le tir de la manière suivante :

300	coups en	2	heures	30	minutes
350	»	3	»	13	»
350	»	3	»	10	»

On mit cette pièce au tour pour lui enlever un quart d'épaisseur du métal de manière à ne lui laisser que la moitié de ce qui existe aux autres pièces et on lui fit subir l'épreuve suivante :

300	coups en	2	heures	40	minutes	(à 5	degrés de Réaumur.)
350	»	2	»	35	»	7	»
120	»	»	»	42	»	5	»
230	»	2	»	30	»	7	»

Elle fut élargie horisontalement d'une demi-ligne et verticalement d'une ligne.

Encouragé par ces brillans résultats, on fit aussi en France des essais de cet alliage. Ils eurent lieu à Douai en 1825 après qu'on eut obtenu les renseignemens nécessaires du grand duc Michel, commandant en chef l'artillerie russe. On adjoignit MM. Gay-Lussac et Darcet en qualité de chimistes, à la commission d'officiers généraux d'artillerie chargés de diriger ces épreuves. Le fer qu'on employa fut pris dans les riblons de l'arsenal ; on l'allia à l'étain avant de le jeter dans le fourneau et l'on parvint à couler des canons dans lesquels il entrait jusqu'à 6 pour cent de fer. Thénard dit, dans sa dernière édition de chimie page 187, que le fer procure une telle dureté au bronze, que vraisemblement à l'avenir on ajoutera une certaine quantité de ce métal à l'alliage des bouches à feu.

Cependant les épreuves n'ont pas confirmé les espérances qu'on attendait, et il paraît qu'il en a été de même en Russie, car l'alliage ternaire y a été abandonné malgré la grande résistance que quelques pièces de cet alliage ont offerte aux dégradations provenant du tir.

Nous eûmes l'occasion d'examiner des buchilles provenant d'un alliage semblable fait en Russie. Ils étaient attirables par l'aimant et contenaient sur 100 parties d'alliage, 88, 61 de cuivre, 10, 70 d'étain et 0, 69 de fer. Souvent le bronze contient du fer, car dans la plus grande partie des espèces de cuivre, il y a un peu de sulfure de fer. Un officier russe nous a assuré

que cet alliage s'oxide aisément, ce qui le rend déjà peu propre à être employé.

D'après les essais faits en petit nombre par M. Dussaussoy, cet alliage ternaire a eu l'avantage une fois d'empêcher les soufflures dans un coulage en sable. Mais dans les fontes en terre où cet accident n'a pas lieu, cet avantage disparaît. Un second avantage de cet alliage est dû à la dureté qu'il procure à la surface du bronze, ce qui serait important si l'on devait revenir au coulage à noyau.

La composition de cet alliage était de 100 de cuivre, 11 d'étain et un de ferblanc, dans lequel il entrait 0, 93 de fer. L'alliage perd en tenacité et en dureté quand il y entre plus de 2 parties de ferblanc; cependant, si au lieu de 11 d'étain on met 12, on peut y faire entrer ces 2 parties de ferblanc.

APPENDICE.

RÉUNION MÉCANIQUE DU BRONZE ET DU FER.

Depuis plusieurs siècles, on a tenté nombre de fois d'adapter aux canons en bronze une âme de fer forgé. Ces essais ont eu particulièrement lieu en France. M. le capitaine Hervé cite les suivans: la bouche à feu la plus ancienne de cette espèce dont il parle, a été coulée dans l'Inde en 1666 et se trouve actuellement à Brest. Plus tard, en France et en Allemagne, on a proposé de fabriquer des bouches à feu de ce genre, mais ces propositions n'ont pas été adoptées. En 1802, on coula à Strasbourg un canon avec une âme en fer étamé. Cette opération réussit.

(1) Le dessin vient d'en être lythographié à Strasbourg. *(Note du trad.)*

En 1812, M. Ducros coula à Turin un canon de 4, de cette espèce : Le bronze s'unit parfaitement à l'âme en fer; mais après le forage, il se trouva trop mince en quelques endroits. Il n'en soutint pas moins le tir de 2,000 coups sans manifester la moindre altération. On tira ensuite 9 coups avec une charge de poudre double et deux boulets, au dernier coup il éclata.

En 1819, le chef d'escadron Ducros, répéta ces expériences sur un canon de 24 et un de 4 coulés à Strasbourg.

En 1821, M. Martin coula un canon de 12; en 1822, un canon de 16: l'âme du premier était en fer forgé et celle du deuxième en fer coulé.

En 1826, on coula trois canons de 24, l'un sur des cylindres creux en fer placés l'un au bout de l'autre de manière à former la longueur de l'âme; un autre sur un cylindre creux de fer coulé, n'ayant que la longueur de l'emplacement de la charge et du boulet; le troisième sur un cylindre pareil, mais en fer forgé. On les fora seulement au calibre de 16 pour laisser une couche de bronze sur le fer. On leur fit seulement subir le tir de 150 coups, auquel elles résistèrent parfaitement. On devait plus tard continuer les épreuves.

(*La suite à un prochain numéro.*)

RECHERCHES

SUR LE

MOUVEMENT DES PONTS VOLANS (1).

Les ponts volans étant utiles dans plusieurs circonstances de la guerre, il n'est pas sans intérêt de rechercher quels sont les meilleurs moyens de conduire les ponts de cette espèce.

Suivant le général Gassendi (2) :

« On peut établir sur une rivière, de 50 à 60 toises de
» largeur, une circulation commode d'une rive à l'autre,
» au moyen d'un radeau mû seulement par la force du cou-
» rant. . . . .
» . . . . Il faut que le côté du radeau, vis-à-vis la rive

(1) Voir pour la description du pont volant, le numéro de juin 1834, page 285, et pour les planches, le numéro précédent.

» où l'on vogue, soit suivant le fil de l'eau et que l'autre
» côté, frappé par le courant, le soit *sous l'angle de* 54° 44',
» le plus avantageux pour produire l'effet qu'on se pro-
» pose, qui est que la force du courant pousse, lui seul, le
» radeauvers la rive ».

Dans une note du *Guide du pontonnier* (page 131), on est parvenu à une autre valeur de l'angle le plus favorable au passage du radeau; d'après la théorie et les calculs de l'auteur, l'angle dont il s'agit ne serait que de 45°.

Je me propose de faire voir que ni l'un ni l'autre de ces résultats ne sont parfaitement exacts; mais qu'en se bornant, dans la mise en équation du problême, au degré d'approximation que l'auteur du *Guide du pontonnier* a employé, la règle prescrite par le général Gassendi doit être maintenue, comme la plus conforme aux principes d'hydrodynamique adoptés par les meilleurs auteurs. Avant de le prouver, je déterminerai les *angles de départ et d'arrivée les plus favorables au mouvement d'un pont volant*, qui serait successivement retenu au milieu d'une rivière par des cordages de différentes longueurs. Le résultat annoncé se déduira ensuite très simplement de la solution de cette dernière question.

Soient, (fig. 1)

$2L$ la largeur de la rivière à traverser;

R la longueur d'un cordage horizontal fixé, d'une part, au milieu O de la rivière pour retenir le pont, et, de l'autre, au centre de gravité M de la face C B de ce pont, supposée plane et verticale;

α l'angle formé, aux points de départ et d'arrivée M et M', par la direction P Q du courant et par la face M B du pont que ce courant frappe;

b l'angle formé, au même point, par le cordage et par la partie M B de la face du pont;

v La vitesse du courant, supposée la même pour toutes les molécules d'eau qui frappent le pont au même instant.

Lorsqu'une surface plane A B, en repos, est frappée, normalement, par un fluide qui se meut avec une vitesse quelconque v, la surface éprouve une pression proportionnelle à son étendue, à la densité d du fluide et au carré de sa vitesse. Cette mesure de la pression exercée par un fluide en mouvement est admise par la plupart des auteurs de mécanique, entre autres par MM. Dubuat (1), Hachette (2), Borgnis (3), Prony (4), et elle paraît, en effet, la plus naturelle; car si la vitesse augmente, si elle devient double, par exemple, le choc de chaque molécule fluide double d'intensité et il se fait deux fois plus de ces chocs doubles dans le même temps. La résultante de toutes les impulsions partielles doit donc être, à-peu-près, quadruple de ce qu'elle était d'abord. Je dis à-peu-près, parce qu'on sait que la réflexion des molécules d'une tranche du fluide sur la tranche suivante fait dévier les molécules de celle-ci et ralentit un peu leur vitesse. Mais personne, que je sache, n'a pu encore calculer les effets très-compliqués de cette réflexion; l'expérience apprend qu'ils sont peu considérables.

En les négligeant, on voit que l'impulsion du courant

(1) Principes d'hydraulique, tome 2, page 150.

(2) Traité des machines, page 115.

(3) Théorie de la mécanique usuelle, page 131.

(4) Brchitecture hydraulique, tome 2.

sur la surface A B, qui lui est perpendiculaire, peut-être représentée par

$$F = m d v^2 AB;$$

d étant la densité du fluide et *m* étant une quantité constante pour le même fluide, mais qui varie d'un fluide à l'autre. La quantité F exprime encore, si l'on veut, le poids du nombre de kilogrammes qu'il faudrait suspendre à une corde, dirigée en sens constraire du courant et passée sur la gorge d'une poulie qu'on aurait fixée à son niveau, pour arrrêter la surface AB.

Cela posé, la pression *f* du courant contre la surface plane CB (fig. 2), qui fait un angle *a* avec la direction PQ de la vitesse, doit être moindre que la pression F exercée par le même courant contre la projection AB de BC. Il est évident que plus B C s'approchera de la direction P Q, moins la pression *f* du fluide sera grande; elle serait même nulle, si l'angle *a* était égal à zéro.

Pour évaluer *f* représentons par MD la force capable de produire la vitesse *v*, et décomposons cette force M D en deux autres, l'une M E dirigée dans le plan C B, l'autre M G perpendiculaire à ce plan. La première composante M E est égale à $v \cos a$; elle ne produit aucune pression et fait seulement glisser les molécules fluides le long de B C. La seconde composante M G est égale à $v \sin a$; celle-ci exerce contre B C une pression normale, et proportionnelle au carré de $v \sin a$, à B C et à *d*. La valeur de *f* doit donc être exprimée par

$$f = m d v^2 \sin^2 a. \ CB.$$

Si la face C B, au lieu d'être verticale, faisait un angle *i* avec l'horizon, la pression exercée sur cette face, doublement inclinée par rapport au courant, serait égale à

$$F' = f \sin. i = m d v^2 \sin^2 a \sin i. \ CB,$$

l'angle *i* n'étant pas très grand dans les ponts volans et

conservant la même valeur pendant la durée d'un passage, on peut comprendre *sini* dans la constante *m* et ne considérer que la valeur précédente de *f*.

En comparant F et *f*, on trouve,

$$f = F \sin a, \qquad \text{car } AB = CB \sin a.$$

Ce résultat suppose que les pressions *f* et F sont exactement proportionnelles aux surfaces B C et A B. Cependant, il pourrait se faire que cette proportion n'existât point à cause du plus ou moins de facilité que les molécules fluides ont à se retirer le long des surfaces d'inégale étendue, après y avoir accompli leur choc. Mais tout ce qui suit est indépendant de la grandeur de la surface B C et, par conséquent, de l'exactitude de la proportion dont il s'agit.

Si la face B C du pont n'était pas retenue par un cordage, la pression *f* serait tout entière employée à faire mouvoir cette face dans le sens M G. Mais une partie de la pression *f* est détruite par la résistance du point fixe O qui retient le cordage. Cette composante M T de *f* produit la tension du cable et est égale à $f \sin b = mdv^2 \sin^2 a \sin b$ CB.

L'autre composante M R, la seule utile dans le problème actuel, est celle qui fait traverser la rivière au pont volant, c'est-à-dire celle qui lui fait décrire un cercle dont O est le centre et dont O M = R est le rayon. Cette composante utile est dirigée tangentiellement au cercle et égale $f \cos b$, si on la représente par P, on a

$$P = m\,d\,v^2 \sin^2 a \cos b.\ BC = M \sin^2 a \cos b,$$

en faisant pour plus de simplicité, $M = mdv^2$ CB.

Telle est l'expression dont il s'agit de trouver le *maximum* par rapport à a, pour déterminer les angles de départ et d'arrivée les plus favorables au passage du pont.

L'auteur du *Guide du pontonnier* a trouvé que la pression désignée par P était seulement proportionnelle à $\sin a \cos b$,

au lieu de $\sin^2 a \cos b$, parce qu'après avoir décomposé la force M D suivant la normale M G, cet auteur a pris la première puissance de la composante M G pour un des facteurs de la pression exercée par le fluide, tandis que c'est le carré de M G qui doit entrer dans la mesure de cette pression.

En différentiant par rapport à a les deux membres de l'équation,

$$P = M \sin^2 a \cos b.$$

on trouve, après avoir divisé par da,

$$\frac{dP}{da} = 2 M \sin a \cos a \cos b - M \sin^2 a \sin b \frac{db}{da}$$

La condition de P maximun donne $\frac{dP}{da} = 0$. D'où l'on déduit, en supprimant le facteur commun $M \sin a$,

$$\sin a \sin b \frac{db}{da} = 2 \cos a \cos b.$$

Le rapport $\frac{db}{da}$ est égal à l'unité, parce que les angles a et b augmentent et diminuent ensemble et de la même quantité. Remplaçant ce rapport par sa valeur et divisant les deux membres de l'équation par $\cos a \cos b$, il vient :

(1) $\tan a \tan b = 2$, $\qquad b = a \pm c$ (2)

par la manière de compter les angles a et b indiquée dans la figure 1re, on voit que la constante c doit avoir le signe $+$ à l'arrivée et le signe $-$ au départ du pont ; ce serait le contraire, si les angles a et b étaient comptés à partir de la portion C M de la face du pont, comme dans les figures 5.

Les 2 égalités ci-dessus fournissent la suivante :

$$\tan a \tan (a \pm c) = 2, \quad \text{ou} \quad \tan a \frac{\tan a \pm \tan c}{1 \mp \tan a \tan c} = 2.$$

On tire de celle-ci :

$$\text{tang}^2 a \pm 3 \text{ tang } c \text{ tang } a = 2;$$

$$\text{tang } a = \mp {}^3/_2 \text{ tang } c \pm \sqrt{{}^9/_4 \text{ tang}^2 c + 2}$$

Il faut bien se rappeler que le signe — du terme $^3/_2$ tang c se rapporte au cas de $b = a + c$, ou à l'arrivée du pont, et que le signe + du même terme se rapporte au départ.

En évaluant tang c en fonction de L et de R, ou de la demi-largeur de la rivière et de la longueur du cordage, on trouve, dans le triangle-rectangle M O m,

$$\text{tang } c = \frac{L}{\sqrt{R^2 - L^2}};$$

ce qui donne, toutes réductions faites,

$$\text{tang } a = \mp {}^3/_2 \frac{L}{\sqrt{R^2 - L^2}} \pm {}^1/_2 \frac{\sqrt{8R^2 + L^2}}{\sqrt{R^2 - L^2}} \qquad (4)$$

L'équation précédente exprime la relation qui existe entre la largeur de la rivière, la longueur du cordage qui retient le pont et l'angle sous lequel ce pont doit être présenté au courant, au départ et à l'arrivée, pour que la pression du fluide soit la plus grande possible.

La valeur de P qui correspond à tang a est bien un *maximum*, car, de l'équation

$$\frac{dP}{da} = M\,(2 \sin a \cos a \cos b - \sin^2 a \sin b),$$

on tire,

$$\frac{d^2P}{M\,da^2} = 2 \cos^2 a \cos b - (3 \sin^2 a \cos b + 4 \sin a \cos a \sin b).$$

Or, l'inégalité

$$2 \cos^2 a \cos b < 3 \sin^2 a \cos b + 4 \sin a \cos a \sin o$$

est toujours satisfaite, puisqu'en divisant par $\cos^2 a \cos o$, et observant que tang a tang $b = 2$, elle se réduit à .

$$2 < 3 \text{ tang}^2 a + 8;$$

résultat évident par lui-même. Ainsi $\frac{d^2 P}{d a}$ est négatif, et par conséquent P représente un maximum.

L'équation (4) paraît susceptible de quatre valeurs pour tang a, parce qu'en effet la direction du courant qui peut avoir lieu de m vers M (fig. 4), ou de m' vers M, forme quatre angles avec la face M B du pont, deux au point de départ et deux au point d'arrivée. Le calcul qui résout les questions d'une manière abstraite et générale, doit déterminer ces quatre angles à la fois, les deux valeurs positives de tang a sont fournies par la formule

$$\text{tang } a = \mp \tfrac{3}{2} \frac{L}{\sqrt{R^2 - L^2}} - \tfrac{1}{2} \frac{\sqrt{8 R^2 + L^2}}{\sqrt{R^2 - L^2}} \qquad (5)$$

Elles se rapportent au cas où le courant est dirigé de m vers M. Les deux valeurs négatives de *tang a* se rapportent au cas où le courant est dirigé de m' vers M; celles-ci sont fournies par la formule

$$\text{tang } a = \mp \tfrac{3}{2} \frac{L}{\sqrt{R^2 - L^2}} - \tfrac{1}{2} \frac{\sqrt{8 R^2 + L^2}}{\sqrt{R^2 - L^2}} \qquad (6)$$

Cette manière naturelle d'interpréter les quatre résultats différens qui semblent se déduire de la formule (4), n'en laisse réellement subsister que deux, puisque les angles déterminés par l'équation (5) sont les supplémens des angles déterminés par l'équation (6). Il suffit donc de considérer un seul couple de ces angles, par exemple, celui qui correspond aux valeurs positives de tang a.

Pour plus de clarté, on désignera l'angle de départ par a et l'angle d'arrivée par a', en sorte que

$$(7) \qquad \text{tang } a = \frac{+ 3 L + \sqrt{8 R^2 - L^2},}{2 \sqrt{R^2 - L^2}}$$

(8) $$\tang a' = \frac{-3L + \sqrt{8R^2 + L^2}}{2\sqrt{R^2 - L^2}}$$

L'examen de ces tangentes, ou de l'équation (3) qui les a fournies, prouve que leur produit est égal à 2. On a donc à la fois les relations

$$\tang a \tang a' = 2 \qquad \tang a \tang b = 2$$

Aux points M et M' (fig. 5), situés symétriquement de part et d'autre de la parallèle OK à la direction du courant, sur l'arc de cercle MKM' décrit par le pont, les angles c et c' sont nécessairement égaux. Le premier est m M O et le second est m M' O. Ils sont liés aux angles a et b, a' et b' par les conditions exprimées dans l'équation

$$b = a - c, \qquad b' = a' + c'.$$

Donc, on a :

$$b = a' \qquad b' = a.$$

La traduction des deux résultats qui précèdent fournit ce théorème :

L'angle d'arrivée le plus favorable est toujours égal à l'angle formé par la direction du cordage et par la face du pont au point de départ, et, réciproquement, l'angle de départ aussi le plus favorable, est toujours égal à l'angle formé par la direction du cordage et par la face du pont au point d'arrivée.

Ce théorème donne le moyen d'évaluer la tension du cable qui retient un pont volant et la pression exercée par le courant contre ce pont, en fonction de la largeur de la rivière et de la longueur du cable.

On déduit des valeurs de tang a et tang a'

$$\sin a = \frac{\sqrt{8R^2 + L^2} + 3L}{\sqrt{4(R^2 - L^2) + (\sqrt{8R^2 + L^2} + 3L)^2}}$$

$$\sin a' = \frac{\sqrt{8R^2+L^2}-3L}{\sqrt{4(R^2-L^2)+(\sqrt{8R^2+L^2}-3L)^2}}$$

$$\cos a = \frac{2\sqrt{R^2-L^2}}{\sqrt{4(R^2-L^2)+(\sqrt{8R^2+L^2}+3L)^2}}$$

$$\cos a' = \frac{2\sqrt{R^2-L}}{\sqrt{4(R^2-L^2)+(\sqrt{8R^2+L^2}-3L)^2}}$$

Substituant ces valeurs dans les équations suivantes,

$$T = M \sin^2 a \sin b = M \sin^2 a \sin a'$$
$$T' = M \sin^2 a' \sin b' = M \sin^2 a' \sin a.$$
$$P = M \sin^2 a \cos b = M \sin^2 a \cos a'$$
$$P' = M \sin^2 a' \cos b' = \sin^2 a' \cos a.$$

qui expriment les tensions du cordage et les pressions aux points de départ et d'arrivée, il vient :

$$T = \frac{M(\sqrt{8R^2+L^2}+3L)^2(\sqrt{8R^2+L^2}+3L)}{[4(R^2-L^2)+(\sqrt{8R^2+L^2}+3L)^2\sqrt{4(R^2-L^2)+(\sqrt{8R^2+L^2}-3L)^2}]}$$

$$P = \frac{2M(\sqrt{8R^2+L^2}+3L)^2\sqrt{R^2-L^2}}{}$$

Les valeurs de T' et P' se déduisant de celles de T et P en changeant $+L$ en $-L$; il est inutile de les écrire, de même que le dénominateur de P qui est égal à celui de T.

On peut remarquer que le rapport des pressions

$$\frac{P}{P'} = \frac{\sin a \ \text{tong}\ a,}{\sin a' \ \text{tong}\ a',}$$

et que le rapport des tensions

$$\frac{T}{T'} = \frac{\sin a,}{\sin a',}$$

comme les angles d'arrivée a', sont moindres que les angles de départ a, il s'ensuit que la tension du câble à l'arrivée est moindre qu'au départ; ce qui pouvait être prévu ;

car, le pont, en parcourant la branche descendante de l'arc de cercle qu'il décrit, doit exercer sur le point fixe O un plus grand effort qu'en remontant contre le courant.

Lorsque la longueur du câble est égale à la demi-largeur de la rivière, $L=R$, $\sin a=1$, $\sin a'=0$. Dans ce cas, la tension du cable, au départ, est égale à M, et elle est nulle à l'arrivée; car, c'est à $T=M$ et $T'=0$ que se réduisent les formules ci-dessus, par la supposition de $L=R$.

La supposition de $L=0$ dans les valeurs de T et T' donne $T=T'=M\sqrt{\frac{8}{27}}$. Telle est, á-peu-près la valeur de la tension du câble qui retient une traille pendant toute la durée d'un passage.

Supposons que la surface CB, qui reçoit le choc du courant, soit un rectangle vertical de 6^m de longueur et de 2^m de hauteur, et que la vitesse du courant soit de 2^m par $1''$, ce qui est la vitesse moyenne du Rhin. Supposons en outre que le centre de gravité de ce rectangle soit à fleur d'eau, de manière qu'il n'y ait que la moitié de la hauteur du rectangle qui reçoive l'impulsion du fluide. La valeur de M sera alors le poids d'un prisme d'eau ayant 6^m carrés de base et une hauteur égale à $h=\frac{v^2}{2g}=\frac{4}{19{,}6176}$. Le volume de ce prisme est $\frac{6.\ 4}{19{,}6176}=\frac{24}{19{,}6176}=122$ mètres cubes, environ.

Le mètre cube d'eau pesant 1000 kilogrammes, M exprime un poids de 1220 kilog. Pour avoir la tension du câble T, il faut multiplier M par $\sqrt{\frac{8}{27}}=\frac{1}{2}$ Donc, dans la traille dont il s'agit, le câble devrait être capable d'une résistance au-dessus de 610 kil.

D'après des expériences faites par Rondelet, la résistance d'un fil de 2 millimètres de diamètre est de 7 kil., au moins. Il faudrait 89 de ces fils pour soutenir le poids précédent. Ainsi, un cordage, composé de 4 torons de 24 fils chacun, suffirait pour résister au mouvement de la traille. Ce cordage, après la torsion, aurait à-peu-près, 15 ou 16 lignes de diamètre. (1).

Lorsqu'on connaît l'angle de départ, il est très aisé de calculer ou de construire l'angle d'arrivée, car, de l'équation $\tan a \tan a' = 2$, on tire, à volonté $\cot a' = \frac{1}{2} \tan a$ ou bien $\cot a = \frac{1}{2} \tan a'$.

Ainsi, après avoir calculé par la formule (7) un angle de départ a on obtient l'angle d'arrivée a' correspondant, sans recourir à l'équation (8), qui exige un calcul assez long, en prenant la moitié de tang a pour la co-tangente de l'angle inconnu a'; ou, ce qui revient au même, sur un cercle xyz (fig. 6), décrit avec un rayon quelconque nx, ou mesure un arc $xp = a$; aux points x et y éloignés de 90°, on mène au cercle les tangentes xq, yr. Les 3 points n, p, q étant

(1) D'après Rondelet, une corde composée de fils de 2 millimètres de diamètre et don. la grosseur est comprise entre 54 et 81 millimètres, supporte jusqu'à 7 ktlog. par filt Entre les grosseurs de 27 millimètres à 40 millimètres, la résistance de chaque fil de la corde et de 7 k., 8 et entre 49 millimètres et 54 millimètres, cette résistance par fil est de 7 k. 3.

	Une corde de	0, m. 17	est composé de	4	tor. et de	24	fils de 2 m.
Prolonge d'artillerie, ré-	id.	0, m. 27	id.	4	id.	28	id.
sistance = 196 kil.	id.	0, m. 34	id.	4	id.	40	id.
Cable de chèvre, résis-	id.	0, m. 47	id.	4	id.	160	id.
tance = 1,168 kilog.	id.	0, m. 54	id.	4	id.	240	id.
	id.	0, m. 66	id.	4	id.	288	id.
Résistance, 2,240 kilog.	id.	0, m. 81	id.	4	id.	320	id.

Pour avoir le diamètre d d'un cordage susceptible de résister à un poids donné P, on peut prendre. $d = \frac{P}{7} = n$ fils de 2 millimètres.

situés sur la même ligne droite, on porte la moitié de $x\,q$, de y en r; menant le rayon $r\,s\,n$, l'arc $x\,s$ mesure l'angle d'arrivée, si l'angle $x\,p$ mesure l'angle de départ.

Il faut pourtant remarquer que tout angle a ou a', donné arbitrairement, peut ne pas être un des angles de départ ou d'arrivée les plus favorables au mouvement d'un pont volant. Les angles a et a' qui jouissent de cette propriété, doivent être compris entre certaines limites qui se déduisent des formules (7) et (8) en y faisant $R = L$ et $R = \infty$.

1° L étant la demi-largeur de la rivière, la longueur du cordage ne peut être moindre qne L. Aussi trouve-t-on une valeur de tang a imaginaire pour $R < L$. La substitution de L à la place de R dans les formules (5) et (6) donne

$$\text{tang}\, a = \mp\frac{3}{2}\frac{L}{0}; + \frac{3}{2}\frac{L}{0}. \quad \text{tang}\, a' = \mp\frac{3}{2}\frac{L}{0} - \frac{3}{2}\frac{L}{0}$$

Les termes infinis qui entrent dans l'expression de *tang a* et *tang a'* se composent absolument de la même manière. Donc on peut en conclure :

$$\text{tang}\, a = +\infty + \infty = +\infty \text{ pour le départ,}$$
$$\text{tang}\, a' = -\infty + \infty = 0 \text{ pour l'arrivée,}$$

ou bien

$$\text{tang}\, a = -\infty - \infty = -\infty \text{ pour le départ;}$$
$$\text{tang}\, a' = +\infty - \infty = 0 \text{ pour l'arrivée.}$$

Les angles a et a' relatifs à ces tangentes sont :

$a = 90°$ pour le départ, $a' = 0°$ pour l'arrivée, ou bien $a = 270°$ pour le départ, $a' = 360°$ pour l'arrivée.

Ces résultats sont évidens par eux-mêmes, et les figures ci-jointes (fig. 7) font bien voir que les deux couples de valeurs de a et de a' ne donnent qu'une solution du problème;

2° Supposer la longueur du cordage infinie, c'est trans-

former le cercle du rayon R en une ligne droite. Cette ligne droite est perpendiculaire à la direction du courant, parce que le pont décrit un cercle qui doit avoir un élément perpendiculaire à cette direction, quelle que soit la longueur du cordage. Il est évident que l'élément $m\,k\,m'$ (fig. 8) dont il s'agit correspond au passage du pont au milieu de la rivière. Par conséquent la supposition $R = \infty$ doit déterminer l'angle le plus favorable au mouvement du pont, lorsqu'il part de ce point milieu, ou lorsqu'il y arrive.

Dans ce cas particulier, la formule (4), mise sous la forme

$$\text{tang}\ a = \mp \frac{3}{2}\frac{\frac{L}{R}}{\sqrt{1-\frac{R^2}{L^2}}} \pm \frac{1}{2}\frac{\sqrt{8+\frac{L^2}{R^2}}}{\sqrt{1-\frac{L^2}{R^2}}}$$

devient

$$\text{tang}\ a = \pm \sqrt{2}.$$

Le terme $\mp \frac{3}{2}\frac{L}{\sqrt{R^2-L^2}}$, qui établit, en général, la différence entre l'angle de départ et l'angle d'arrivée, disparaissant de la valeur de tang a ; il faut en conclure que l'angle, sous lequel la face du pont doit être présentée au courant, pour que l'impulsion de celui-ci soit la plus grande possible, est constant pendant toute la durée du passage ; ce qui est, d'ailleurs, une conséquence nécessaire de l'identité des positions que le pont peut prendre.

On connaîtra la valeur de cet angle constant, en faisant le calcul ci-dessous :

$$\log.\ \sqrt{2} = \frac{1}{2}\log.\ 2 = \frac{1}{2}(0{,}30103000) = 0{,}15051500$$

$$\log.\ \text{tang}\ a = 10\,l.\ \sqrt{2} = 10{,}15051500 = \log.\ \text{tang}.\ 54°\ 44'$$

$$a = 54°\ 44'$$

Donc, en ne considérant le problème du pont volant que sous le point de vue le plus simple, comme l'a fait l'auteur du *Guide du pontonnier*, et comme je le fais d'après lui, *l'inclinaison de 54° 44', et non celle de 45°, est la plus favorable au mouvement d'un pont assujetti à décrire une ligne droite*, ce qui est le cas d'une traille, ou du radeau dont parle le général *Gassendi* dans l'article déjà cité de l'*Aide-mémoire.*

Les longueurs qu'on peut donner au cordage qui retient un pont volant étant toutes comprises entre $R=L$ et $R=\infty$, les angles correspondans à ces longueurs doivent être compris entre

90° et 54° 44′ pour le départ,
0° et 54° 44′ pour l'arrivée,

qui sont les angles correspondant à

$R=L$,
$R=\infty$

Cette conséquence résulte bien clairement des formules (7) et (8). En effet, la tangente de l'angle de départ peut se mettre sous la forme $\tang a=+n+\sqrt{n^2+2}$, n représentant, pour abréger $\frac{3}{2}\ \frac{L}{R^2-L^2}$. L'expression de la tangente de l'angle d'arrivée sera, alors, $\tang a'=-n+\sqrt{n^2+2}$. La tangente de 54° 44′ étant égale à $\sqrt{2}$, il faut démontrer que $\tang a>\sqrt{2}$ et que $\tang a'<\sqrt{2}$, quelque soit le nombre positif n. Or, les deux inégalités,

$$n+\sqrt{n^2+2}>\sqrt{2} \quad \text{et} \quad -n+\sqrt{n^2+2}<\sqrt{2}$$

sont toujours vraies. La première inégalité est évidente d'elle-même; la seconde le devient, en la mettant sous la forme $\sqrt{n^2+2}<\sqrt{(n+\sqrt{2})^2}$ ou $\sqrt{n^2+2+2n\sqrt{2}}$

Ainsi, quelle que soit la longueur du cordage qui retient un

pont volant, l'angle de départ le plus favorable au mouvement de ce pont, doit être compris entre 90° *et* 54° 44′ *et l'angle d'arrivée, aussi le plus favorable, doit être compris entre* 0° *et* 54° 44′.

En réfléchissant sur la signification de la quantité L, on voit que ce n'est réellement que l'abcisse du point M (fig. 9), où le pont se trouve, rapportée au point fixe O comme à une origine de coordonnées; par conséquent, si les pressions du fluide contre le pont en mouvement ou en repos étaient les mêmes, l'équation (4) ne serait pas seulement applicable aux points de départ et d'arrivée; elle pourrait aussi faire connaître les valeurs de a et de a' qui rendent la pression P *maximum* en un point quelconque de l'arc de cercle que le pont décrit en passant d'une rive à l'autre. Il suffirait de représenter par L la distance variable O m du point O aux différentes positions, toutes parallèles au courant, que la droite M m peut prendre et de généraliser en conséquence la signification des angles a et b, a' et b'.

Mais il est évident que lorsque la face CB (fig. 10) du pont est en mouvement, dans le sens du fluide, par exemple, le fluide la presse avec moins de force que lorsqu'elle est en repos. La pression totale au lieu d'être produite par la force V = MD, est due à la résultante MS de cette force et d'une nouvelle force MK égale et opposée à celle qui produit en M la vitesse du pont; car, c'est un principe général de mécanique que, *si un système de corps est en mouvement, il est toujours permis de supposer l'un d'eux immobile, pourvu que l'on transporte aux autres son mouvement en sens contraire.* Le pont devrait faire, avec la direction factice PMS du courant, l'angle a calculé d'après les nouvelles valeur et direction MS de la vitesse. D'où il suit que si en évaluant l'impression du fluide, on avait égard au mouvement de la surface qui en reçoit le choc, on trouverait que les angles de plus grande pression

sont un peu différents de ceux qui pourraient se déduire pour la même position du pont, de la formule (4), établie pour les seuls points de départ et d'arrivée, où la vitesse du pont est ou devient nulle.

On remarquera que cette formule (4) servirait encore à calculer les nouveaux angles PMB = *a*; car, elle est indépendante de la vitesse absolue du fluide; et soit que cette vitesse égale MD, soit qu'elle égale MS, l'angle *a* ou *a'* que l'équation (4) fournit n'en est pas moins le plus favorable au passage du pont; seulement dans le premier cas, l'angle doit être compté à partir de la droite *m* M et dans le second cas, il doit être compté à partir de la droite PM.

Les observations précédentes prouvent qu'un pont volant étant arrivé au milieu d'une rivière ou assujetti à parcourir une ligne droite perpendiculaire à la direction du courant, ne doit pas lui être présenté sous l'angle constant de 54° 44' pour être toujours poussé avec la plus grande force. La face du pont ou du radeau doit faire alors un angle de 54° 44' avec la direction factice P M du courant, direction qui varie avec la vitesse MK du point M.

On pourrait calculer la vitesse MK. Elle est ordinairement beaucoup moindre que celle du courant. Mais les formules auxquelles on parvient sont si compliquées, qu'il est difficile d'en faire des applications numériques. N'ayant ici pour but que de présenter quelques approximations assez simples pour être utiles dans la pratique, je ne m'arrêterai point à mesurer l'influence que la vitesse du pont doit avoir sur les angles *a* et *a'*; cette vitesse est considérablement ralentie par la résistance que l'air et l'eau déplacés par la partie antérieure du pont opposent à son mouvement. Quand on connaîtrait les valeurs exactes de tous les angles *a* et *a'*, on ne serait guère plus avancé, attendu qu'il paraît impossible

de faire varier, à chaque instant, d'un nombre de degrés donné, l'inclinaison d'une surface qui se mouvrait sur une rivière. Il suffit d'avoir les limites des inclinaisons les plus plus favorables, pour qu'on puisse diriger un pont de manière à ne pas laisser sans effet une trop grande partie de la force du courant. La connaissance des angles de départ et d'arrivée est certainement la plus propre à faire atteindre ce but.

Avant de calculer ceux de ces angles qui sont relatifs aux différentes longueurs qu'on est dans l'usage de donner au cable, je ferai quelques remarques sur les équations (3) et (4).

Si l'on calculait pour une longueur du cable égale à la demi-largeur de la rivière, toutes les valeurs de a et a' que le pont doit prendre, pour que l'impulsion du courant soit la plus grande possible, ces angles une fois connus; on en déduirait, sans aucun calcul, les angles de départ et d'arrivée, les plus favorables pour tout autre largeur de rivière ou longueur de cordage. En effet, aux points M et N (fig. 11) situés sur le même rayon OMN du cercle M M' décrit par le pont volant, l'angle c ou m M o = l'angle $c' = n$ N o. Comme cet angle c est la seule quantité variable qui entre dans l'équation $\text{tang}^2 a \pm \text{tang}\, c\, \text{tang}\, a = 2$, il s'ensuit que le pont, en partant du point M ou du point N, et en arrivant au point M' ou au point N', doit être présenté au courant sous les mêmes angles a et a'.

Ayant formé sur un demi-cercle décrit avec un rayon quelconque R = L = 1, par exemple, une espèce de table des valeurs de a (dont les limites seraient 90° et 54° 44') et une table semblable des valeurs de a' (dont les limites seraient 0° et 54° 44') et connaissant la largeur d'une rivière à traverser, on porterait cette largeur sur le diamètre Ox de n

en n'; on élèverait sur $O\,x$ deux perpendiculaires nN et N' n' pour représenter les berges de la rivière; un arc de cercle décrit du point O comme centre, avec un rayon égal à la longueur du cordage, couperait les droites $N\,n$, $N'\,n'$ aux points N et N'; les rayons ON, ON' indiqueraient sur le demi-cercle gradué M M' les angles OMB et O M' B que le pont devrait faire avec le courant au point de départ N et au point d'arrivée N'.

Sans le secours d'un demi-cercle gradué, on peut déterminer graphiquement, dans chaque cas, les angles de départ et d'arrivée les plus favorables.

On décrit un cercle avec un rayon égal à la longueur qu'on veut donner au cordage, on mène deux diamètres Ox et Oy perpendiculaires l'un à l'autre (fig. 12); on porte la demi-largeur de la rivière sur le diamètre Ox de O en m; la droite mM menée parallèlement à Oy est égale à $\sqrt{R^2-L_2}$; portant 8 fois le rayon OM sur Oy, de O en A, m A devient égal à $\sqrt{8\,R^2}+L^2$. On mesure sur Ox, à partir du point m, une distance mB égale à la largeur de la rivière, ou au double de Om. Du point B, comme centre et avec un rayon égal à mA, on décrit un arc de cercle, qui coupe Ox en deux points C et C': tels que les distances OC et OC' sont respectivement égales à $\sqrt{8R^2+L^2}+3L$ et $\sqrt{8R^2+L^2}-3L$; portant le double de mM sur la droite Oy, de O en D, et joignant par des droites les points C et D, C' et D, l'angle CDO est l'angle de départ, et l'angle CDO, celui d'arrivée.

En effet :

$$\text{tang CDO}=\frac{\text{OC}}{\text{OD}}=\frac{3.\text{O}\,m+m\,\text{A}}{2\,m\,\text{M}}=\frac{3\,\text{L}+\sqrt{8\,\text{R}^2+\text{L}^2}}{2\sqrt{\text{R}^2-\text{L}_2}}=\text{tang}\ a,$$

$$\text{tang C'DO}=\frac{\text{OC'}}{}\ \frac{3.\text{O}\,m+m\,\text{A}}{n\,\text{M}}=\frac{-3\text{L}+\sqrt{8\text{R}^2+\text{L}^2}}{2\sqrt{\text{R}^2-\text{L}^2}}=\text{tang}\ a$$

Lorsque le point m coïncide avec le point L, $mA = R\sqrt{8+1} = 3R$, et l'on a BC = B o. Le point C' se confondant avec le centre O du cercle, ainsi que le point D, il s'ensuit que l'angle de départ est droit et = Coy et que l'angle d'arrivée est nul, puisque les lignes C'D et OD se réduisent à un seul point O. Si le point m coïncidait avec le point O, la construction graphique déterminerait deux angles égaux; la distance DO serait alors égale à 2 R; la distance OA ou $mA = R\sqrt{8}$ et l'on aurait OC = OC' = $R\sqrt{8}$; d'où tang $CDO = \text{tang}\, C'DO = \frac{R\sqrt{8}}{2R} = \sqrt{2}$, comme on l'a déjà trouvé.

L'équation (4) contenant trois quantités L, R, a, on peut se donner deux d'entre elles indistinctement, et dé-déterminer la troisième en fonction des premières.

Par exemple, si l'on demande la valeur approchée de l'angle sous lequel le pont doit être frappé par le courant, lorsqu'il a parcouru le quart de sa largeur; il faut mettre 1/2 L à la place de L, dans l'équation (4) et calculer la valeur de a qui résulte de cette substitution. L'angle a, ainsi obtenu, serait celui du départ, si le câble, au lieu d'être fixé au milieu O (fig. 13) de la rivière, ne pouvait l'être qu'au point O' situé aux 3/4 de la largeur nn'. Dans ce cas, l'angle d'arrivée n'aurait plus avec celui de départ les relations trouvées précédemment. La valeur de L à mettre dans l'équation (8) serait la distance O'B. En général, connaissant les distances O'n, O'n', des deux rives au point quelconque O' où le câble doit être arrêté, on trouve les angles de départ et d'arrivée, en substituant la distance O'n dans l'équation (7) et la distance O'n' dans l'équation (8), le rayon R ayant d'ailleurs telle longueur qu'on veut.

C'est ainsi qu'en faisant $L=o$, on trouve ce résultat, $\tang a=\pm\sqrt{2}$, pour la tangente de l'angle que le pont doit faire avec le courant, lorsqu'il est à-peu-près au milieu de la rivière, ou plus généralement, lorsque le le pont arrive à la hauteur du point où le cordage est arrêté et parallèle au courant, par exemple, lorsque ce pont touche une des rives sur laquelle on a fixé le cordage.

Si l'on veut savoir dans quelle partie de la rivière, le pont, supposé animé de la plus grande vitesse qu'il puisse acquérir, est frappe sous un angle, donne A, il faut mettre tang A la place de tang a dans l'équation (4) et déterminer la valeur de L correspondante. En portant cette valeur de L sur le diamètee Ox (fig. 14) et élevant à l'extrêmité m une ordonnée en M, cette ordonnée coupe le cercle décrit par le pont volant en un point, qui diffère peu de celui qu'on cherche. Il est évident, d'ailleurs, que suivant que l'angle donné Asera $>$ ou $<$ 54° 44'; le point M se trouvera à gauche du centre O, vers la rive de départ, ou à droite du même point, vers celle d'arrivée.

Je suppose enfin qu'on veuille déterminer la longueur qui convient au cordage pour que le pont, en arrivant, soit frappé par le courant sous un angle donné, celui de 45°, par exemple. Il suffit, dans ce cas, de faire $\tang a=1$ dans l'équation (4), ce qui donne $R^2=9L^2+L^2=(3L)^2+L^2$.

Ainsi, en construisant un triangle rectangle M O m dans lequel les côtés m O et M m soient égaux, l'un à la demi-largeur de la rivière et l'autre à une fois et demi cette largeur, l'hypothénuse MO est la longueur du cordage qui satisfait à la condition proposée. La tangente de 63° 26' étant égale à 2, le pont doit partir sous cet angle pour arriver sous celui de 45°, le cordage ayant d'ailleurs la longueur ci-dessus.

Il est remarquable que, dans ce cas-ci, la tension du cordage à l'arrivée soit égale à la pression exercée sur le pont; car $\frac{T}{P} = \text{tang}\, b = \text{tang}\, a' = 1$,

« L'expérience a prouvé que le cable doit avoir environ » une fois et demi la largeur de la rivière pour que le pont » passe bien (1) ».

M. Lefrançais, professeur à l'école royale de l'artillerie et du génie, à Metz, a trouvé une longueur du cable correspondante à la durée *minimum* du passage qui diffère beaucoup de la précédente et qui est, égale aux $\frac{5}{8}$ de la largeur de la rivière (2). M. Lefrançais a obtenu ce résultat en assimilant le mouvement d'un pont volant à celui d'un pendule simple. La comparaison ne me paraît pas exacte.

1° La pesanteur, qui produit le mouvement du pendule, agit tantôt pour l'accélérer, tantôt pour le retarder. Les pressions du fluide qui fait mouvoir un pont volant agissent dans le même sens pendant toute la durée du passage. La continuité de ces impulsions est même la seule cause qui fasse remonter le pont contre le courant; car, si le pont, après être arrivé au milieu de l'arc de cercle qu'il décrit, était sollicité, comme le pendule, par une force opposée à celle du courant, il est très probable que le mouvement serait arrêté. La résistance que l'air et l'eau déplacés opposeraient au pont, dans la branche ascendante aurait bientôt détruit la vitesse acquise dans la branche descendante de la trajectoire.

2° La pesanteur agit toujours avec la même intensité sur

(1) Guide du Pontonnier, page 133.

(2) Annales de Mathématiques.

le pendule; tandis que la pression du fluide contre le pont est une force variable avec les vitesses du fluide et du pont, aux différens instans du passage.

3° Les formules employées par M. Lefrançais supposent l'amplitude du pendule assez petite, pour qu'on puisse prendre la moitié de l'arc qui la mesure pour son *sinus*. Cette supposition serait inadmissible dans un pont volant qui décrit presque toujours un arc dont la flèche est assez considérable.

Les observations qui précèdent suffisent, ce me semble, pour faire voir qu'il ne faut point appliquer au mouvement d'un pont volant les formules relatives au pendule. J'admettrai donc avec l'auteur du *Guide du pontonnier*, que les longueurs du cordage destiné à retenir un pareil pont, doivent peu s'écarter d'une fois et demi la largeur de la rivière. Voici le calcul des angles de départ et d'arrivée les plus favorables, qui se rapportent à cette longueur du cordage, ainsi qu'a des longueurs égales à une fois et deux fois la la largeur de la rivière.

1° $R = 2L$.

$$\text{tang} a = \frac{3}{2} \frac{L}{\sqrt{4L^2 - L^2}} + \frac{1}{2} \frac{\sqrt{8 \cdot 4L^2 + L^2}}{\sqrt{4L^2 - L^2}} = \frac{3 + \sqrt{33}}{2\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3} + \sqrt{11}}{2}$$

$$\log. \sqrt{3} = \frac{1}{2}(0,4771225) = 0,2385606$$

$$\log. \sqrt{11} = \frac{1}{2}(1,0413926 9) = 0,5206963$$

$$\sqrt{3} = 1,73205 \qquad \frac{\sqrt{3} + \sqrt{11}}{2} = 2,524337.$$

$$\sqrt{11} = 3,316624$$

$$\sqrt{3} + \sqrt{11} = 5,048674 \qquad \log. \text{tang} a = 10,4021410$$

$$\text{tang}\, a = 10^{10} \times (2,524337) \qquad a = 68°, 23'$$

$\log. \frac{(\cot a)}{2} = \log. 10^{10} \times (1,262168) = 10,1010938$, $a' = 38°. 23'$,

2°. R = 3 L.

$$\text{tang } a = \frac{3}{2} \sqrt{\frac{L}{9 L^2 - L^2}} + \frac{1}{2} \frac{\sqrt{8.9 L^2 + L^2}}{\sqrt{9 L^2 - L^2}} = \frac{3 + \sqrt{73}}{\sqrt{32}}$$

$\log. \sqrt{73} = \frac{1}{2}(1,8633286) = 0,93166143$

$\sqrt{73} = 8,54404$, $\log. \sqrt{32} = \frac{1}{2}(1,50514998) = 0,75257496$

$3 + \sqrt{73} = 11,54404$ $a = 63°. 53'$

$\log. (3 + \sqrt{73}) = 1,0623563$

$\log. \sqrt{32} = \underline{0,75257496}$ $\log. \frac{\cot a}{2} = 10,00875134 = \log. \text{tang } a'$

og. tang $a = 10, 30978134$ $a' = 44°, 25'$

3° R = 4 L

$$\text{tang } a = \frac{3}{2} \frac{L}{\sqrt{16 L^2 - L^2}} + \frac{1}{2} \frac{\sqrt{8.16 L^2 + L^2}}{\sqrt{16 L^2 - L^2}} = \frac{3 + \sqrt{129}}{\sqrt{60}}$$

$\log. \sqrt{129} = \frac{1}{2}(2,11058971) = 1,05529485$

$\sqrt{129} = 11,358$ Log. $\sqrt{60} = \frac{1}{2}(1,77815125) = 0.88907562$

$3 + \sqrt{129} = 14,358$

$\log. (3 + \sqrt{129}) = 1,1570939$ $\log. \frac{(\text{Cot} a)}{2} = \log. \text{tang } a' = 9,96689828$

$\log. \sqrt{60} = \underline{0,88907562}$ $a = 61°. 39'$

$\log. \text{tang } a = 10, 26801828$ $a' = 47°. 10'$.

Ces exemples prouvent que les angles de départ, les plus favorables au mouvement d'un pont volant, approchent de

54° 44' à mesure que le cable augmente de longueur et que les angles d'arrivée correspondans convergent aussi vers la même limite, mais en sens contraire. Cette convergence des valeurs de a et de a' vers 54° 44', à mesure que le cable devient plus long, s'explique très aisément : alors l'arc de cercle décrit par le pont à une flèche plus courte, le pont, ayant moins à remonter contre le courant, parcourt une ligne presque droite.

Si l'on réunit tous les résultats des calculs ci-dessus, pour les comparer à ceux que l'auteur du *Guide du pontonnier* a déduits des pressions proportionnelles à la simple vitesse du fluide, on trouve que les angles les plus favorables au mouvement d'un pont, évalués au commencement, vers le milieu et à la fin du passage, sont :

	Angles trouvés par l'auteur du *Guide du Pontonnier*.			Angles deduits de mes calculs.		
	au départ.	au milieu.	à l'arrivée.	au départ.	au milieu.	à l'arrivée.
Pour un câble ayant la moitié de la largeur de la rivière.	90°	45°	0°	90°	54° 44'	0°
1 fois la largeur. idem. . .	60°	Id.	30°	68° 23'	Id.	38° 23'
2 fois et demie la largeur, id.	55°	Id.	36°	63° 53'	Id.	44° 26'
2 fois la largeur, idem. . .	52°	Id.	38°	61° 39'	Id.	47° 10'
. . . .	»	»	»	»	»	»
. . . .	»	»	»	»	»	»
une longueur infinie, ce qui est le cas d'une traille. .	45°	45°	45°	54° 44'	54° 44'	54° 44'

Les angles de départ et d'arrivée calculés par l'auteur du *Guide du Pontonnier*, sont complémens l'un de l'autre. On n'aperçoit point de relation simple entre ceux que j'ai obtenus.

Avant de terminer ces recherches, je ferai remarquer que, quelles que soient les pressions éprouvées par un pont volant ordinaire, il est permis d'imaginer que, par le point où le cable est fixé sur le pont, on fasse passer un plan vertical,

parallèle aux longs côtés des bateaux qui en supportent le tablier, et dont l'étendue soit déterminée par la condition que les pressions que ce plan éprouve aient la même résultante que celles qui agissent sur les bateaux. Comme la grandeur de la surface CB n'entre pas dans les équations (3) et (4) et ne peut influer que sur la vitesse du point M, il s'ensuit qu'on ne s'expose qu'à de petites erreurs, en appliquant au pont volant, tel qu'il est réellement construit, les résultats qui viennent d'être obtenus pour diriger le plan CB de la manière la plus favorable.

Les résultats auxquels le calcul a conduit, pourraient néanmoins n'être pas conformes à ceux qu'il serait possible de déduire d'expériences exactes, faites en manœuvrant un pont volant ordinaire. Il est évident que plusieurs causes qui influent sur le mouvement d'un pont volant ont été négligées. De ce nombre sont : la différence des vitesses des différentes parties du courant ; la contre-pression du fluide déplacé sur la face du pont tournée vers la rive où l'on vogue; les oscillations de la face qui reçoit le choc de l'eau et qui, en la supposant plane, n'est presque jamais verticale ; la résistance due aux cordages ; l'inégalité de leurs tensions et par conséquent de leurs longueurs ; enfin l'influence de la vitesse acquise par le pont, sur la vitesse qu'il va acquérir en vertu d'un nouveau choc. La seule énumération de ces causes d'erreur, pour les calculs qui ont fait le sujet de ce travail, suffit pour faire voir qu'il n'est pas facile de les introduire dans une analyse rigoureuse. Mais comme leurs effets se contrebalancent en partie, on peut regarder les angles déduits de nos formules, comme des indications ou des espèces de limites utiles dans la pratique.

NOTE SUR LE MOUVEMENT D'UNE TRAILLE.

Sur les rivières de peu de largeur, on peut établir des communications d'une rive à l'autre, au moyen d'une traille; c'est-à-dire, au moyen d'un bâteau, ou même d'un simple radeau, mû par la force du courant le long d'un cordage tendu d'une rive à l'autre. Des poulies servent à faire varier les point d'attache du bâteau ou du radeau sur le cordage transversal. La forme et la position du bâteau ou du radeau doivent être telles que l'impulsion du courant sur la surface choquée, décomposée dans le sens de la largeur de la rivière, soient un maximun. Il s'ensuit que, dans le cas du bateau, celui-ci doit être présentée au courant sous l'angle de 54 degrés 44 minutes, et que dans le cas du radeau, la forme du coups flottant doit être un losange dont l'angle aigu $=$ 54° 44'.

C'est au moyen de trois poulies qu'on donne au radeau la position convenable, qui a lieu lorsque une des faces est dans la direction du courant. Une seule poulie mobile sur le cordage transversal suffit avec un bateau, le gouvernail servant à diriger ce bateau et à le présenter au courant sous l'angle le plus favorable.

On admet que la face CB (fig. 15), d'une traille supposée plane et verticale, reste exposée sous l'angle a, au courant d'une rivière, pendant toute la traversée d'une traille de la rive R à la rive R'.

Soit MA $= u$ la vitesse par seconde et la direction du courant.

Le point M, où je suppose dirigée la résultante de tous les

chocs du courant, sera assujetti à parcourir une ligne droite MX de M vers X.

Pour avoir la pression exercée par le fluide contre le point M en mouvement, il faut imprimer à la molécule fluide qui frappe ce point M une vitesse ML égale opposée à la vitesse réelle de ce même point M. représentons celle-ci par v=MK.

La vitesse factice ML se combine avec la vitesse effective MA $= u$ du courant et produit une résultante.

$$\text{ME} = \sqrt{u^2 + v^2}$$

On peut supposer maintenant en repos la face CB du pont et chercher la pression due à un courant qui aurait la vitesse ME en grandeur et en direction.

La composante de ME, normale à CB, est

$$\text{MD} = \sqrt{u^2 + v^2}\,\sin \text{CME} = \sin(a - o)\sqrt{u^2 + v^2})$$

o étant l'angle de la vitesse factice M E du fluide avec la vitesse réelle MA. Cet angle est déterminé daus le triangle AEM par les équations

$$u = \cos o\sqrt{u^2 + v_2}, \quad v = \sin o\sqrt{u^2 + v^2}.$$

la valeur de MD peut se mettre sous la forme

$$\text{MD} = (\sin a \cos o - \sin o \cos a)\sqrt{u^2 + v^2} = u \sin a - v \cos a$$

en substituant, au lieu de $\sqrt{u^2 + v^2}$, sa valeur $\frac{u}{\text{Cos}\, o}$ dans le premier terme et $\frac{v}{\sin o}$ dans le deuxième.

La pression due à la force MD sera proportionnelle à

$$(u \sin a - v \cos a)^2.$$

La composante utile de cette pression est celle qui agit suivant MX.

Cette composante utile à ici pour valeur

$P\,(u \sin a - v \cos a)^2 \cos a$, P étant une constante dont la valeur dépend de la nature du fluide et de l'étendue de la

partie antérieure de la surface C B. En supposant que la résistance opposée par le mouvement de la traille CB soit proportionnelle au carré de la vitesse de cette traille, on voit que la force accélératrice qui agira en un instant quelconque sur le point M, peut être exprimée par

$$(u \sin a - v \cos a)^2 \cos^2 a - v^2 Q.$$

Q étant une autre constante dépendant de la nature du fluide et de la grandeur de la partie postérieure de CB. On aura donc pour l'équation du mouvement de la traille, en faisant P cos $a = p^2$ et $Q = q^2$:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = p^2 (u \sin a - v \cos a)^2 \cos^2 a - v^2 q^2 = \frac{dv}{dt}$$

pour intégrer cette équation, il faut la mettre sous la forme :

$$dt = \frac{dv}{p^2 (u \sin a - v \cos a)^2 - v^2 q^2}$$

L'équation $p^2 (n \sin a - v \cos a)^2 - v^2 q_2 = o$, résolue, donne

$$v = \frac{p u \sin a}{p \cos a + q}, \quad v = \frac{p u \sin a}{p \cos a - q}$$

Il suit de là et des régles du calcul intégral que

$$dt = \frac{A dv}{v - \frac{p u \sin a}{p \cos a + q}} + \frac{B dv}{v - \frac{p u \sin a}{p \cos a - q}},$$

les coëfficiens A et B étant déterminés par l'équation

$$A \left(v - \frac{p u \sin a}{p \cos a - q}\right) + B \left(v - \frac{p u \sin a}{p \cos a + q}\right) = -1$$

dans laquelle on doit avoir :

$$A + B = o, \text{ et } \left(\frac{A}{p \cos a - q} + \frac{B}{p \cos a + q}\right) p u \sin a = -1.$$

on déduit de là :

$$A = \frac{-(p^2 \cos^2 a - q^2)}{2 p q u \sin a}, \quad B = \frac{p^2 \cos^2 a - q^2}{2 p q u \sin a}$$

et par suite

$$dt = \frac{p^2\cos^2 a - q^2}{2pqu\sin a}\left(\frac{dv}{v - \frac{pu\sin a}{p\cos a - q}} - \frac{dv}{v - \frac{pu\sin a}{p\cos a + q}}\right)$$

En intégrant, il vient :

$$t = \frac{p^2\cos^2 a - q^2}{2pqu\sin a}\left[\log.\left(v - \frac{pu\sin a}{p\cos a - q}\right) - \log.\left(v - \frac{pu\sin a}{p\cos a + q}\right)\right] + \text{const.}$$

observant qu'à $t = o$, correspond $v = o$, la constante a pour valeur :

$$-\left(\frac{p^2\cos^2 a - q^2}{2pqu\sin a}\cdot\log.\left(\frac{p\cos a + q}{p\cos a - q}\right)\right)$$

Ainsi l'expression du temps employé au passage de la traille, en fonction de sa vitesse, est

$$t = \frac{p^2\cos^2 a - q^2}{2pqu\sin a}\left(\log.\frac{v - \frac{pu\sin a}{p\cos a - q}}{v - \frac{pu\sin a}{p\cos a + q}} - \log.\frac{p\cos a + q}{p\cos a - q}\right);$$

ou bien

$$t = \frac{p^2\cos^2 a - q^2}{2pqu\sin a}\log.\frac{v(p\cos a - q) - pu\sin a.}{v(p\cos a + q) - pu\sin a}$$

En passant aux exponentielles et se souvenant que e étant la base des logarithmes népériens, on tire de $e^{nx} = y$, $nx = \text{l. } y$, il vient :

$$v = \frac{pu\sin a\left(e^{t - \frac{p^2\cos^2 a - q^2}{2pqu\sin a}} - 1\right)}{(p\cos a + q)\,e^{t - \frac{p^2\cos^2 a - q^2}{2pqu\sin a}} - (p\cos a - q)}$$

En intégrant l'équation

$$dx = v\,dt = \frac{2\,dv}{p^2\cos a\,(u\sin a - v\cos a)^2 - q^2v^2}$$

dans laquelle x est l'espace parcouru par la traille, on trouve

$$x = \frac{1}{2\cos^3 a + q} \log. \left(p \cos a \left(u \sin a - v \cos a\right)^2 - q v^2\right)$$

$+$ constante.

Si, lorsque $v = 0$, $x = 0$, on a, pour la valeur de la constante,

$$\text{constante} = \frac{1}{2 p \cos^3 a + q} \log. \left(p\, u^2 \cos a \sin^2 a\right)$$

et par suite

$$x = \frac{1}{2 p \cos^3 a + q} \log. \frac{p u^2 \sin^2 a \cos a}{p \cos a \left(u \sin a - v \cos a\right)^2 - q^2 v^2}$$

Les valeurs de t, v et x contiennent toutes les circonstances du mouvement d'une traille, d'après les hypothèses qui ont été admises. Mais ces formules paraissent trop compliquées pour être utiles dans la pratique. On se bornera à faire remarquer qne si l'on suppose $p = q$ la valeur de v devient.

$$v = \frac{u \sin a \cos a \left(e^{\frac{-t \sin a}{2u}} - 1\right)}{(\cos a + 1)\, e^{\frac{-t \sin a}{2u}} - (\cos a - 1)}$$

équation indépendante de la grandeur de la traille et de la densité du fluide; ce qui prouve que dans le cas dont il sagit, la vitesse de la traille ne dépend que de la vitesse u du courant et de l'angle a sous lequel la traille est frappée; résultat facile à prévoir, en réfléchissant à la signification des constantes p et q. On voit également qu'en faisant $a = 90°$, auquel cas $\sin a = 1$ et $\cos a = 0$, on trouve $v = 0$, comme en faisant $a = 0°$, auquel cas $\sin a = 0$ et $\cos a = 1$. Donc, il y a entre les angles $a = 0°$ et $a = 60°$, une inclinaison de

la traille par rapport au courant, qui donne pour v un *maximum*. On obtiendrait la valeur de a relative à ce maximum en différentiant v par rapport à a et résolvant l'équation $\frac{dv}{da}=0$; mais on tombe dans des calculs presqu'inextricables, et que nous n'entreprendrons pas.

NOTE SUR LE MOUVEMENT D'UN BATEAU NAVIGUANT A LA RAME.

Déterminer sous quel angle un bateau conduit à la rame, doit donner à passer pour traverser avec la plus grande vîtesse.

Les rames qui font mouvoir un bâteau, sont ordinairement distribués d'une manière symétrique, de part et d'autre de l'axe de ce bateau, et produisent par conséquent le même effet qu'une force qui serait dirigée suivant cet axe, avec une intensité dépendante de la puissance de ces rames combinées 2 à 2, d'après la loi de la composition ordinaire des forces. Désignons par r la force due aux rames dont il sagit, par v la vitesse du courant et par AB et CB (fig. 16) les faces du bateau, supposées planes et verticales, qui sont frappées par le courant. D'après la construction usitée pour les bâteaux, les plans CB et AB peuvent être considérés comme perpendiculaires entre eux et diffèrent beaucoup l'un de l'autre en étendue.

Soit a l'angle du grand côté CB du bâteau avec la direction du courant F'M; la direction parallèle FN du même

courant contre le petit côté AB du bâteau fera avec AB un angle égal à $90° - a$ F'=NB.

Les impulsions du courant sur les faces AB et CB qui lui seraient perpendiculairespourraient être représentées par les quantités AB. $m.\ d.\ v^2$ et CB $m.\ d.\ v_2$, d étant la densité du fluide et m une constante qui varie d'un fluide à l'autre. En raison de l'inclinaison de AB et CB par rapport à la direction du courant, les pressions réelles sur ces plans inclinés s'obtiendront ainsi qu'il suit :

Qu'on prenne sur les directions FM, F'N (fig. 16), des grandeurs, MR=NR', proportionnelles à la vitesse commune v, et qu'on décompose cette force MR en 2 autres, l'une dirigée suivant AB ou CB et l'autre normale à AB ou CB. Les premières composantes seront sans effet pour le mouvement du bâteau; les secondes composantes, normales à ses côtés, produiront le mouvement et seront égales à $v \cos a$ et $v \sin a$. Les pressions excercées sur AB et CB seront respectivement proportionnelles à $v^2 \cos^2 a$ et $v^2 \sin^2 a$; en sorte que si l'on appelle q et q' les forces normales qui font mouvoir le bâteau, on aura :

$$q = m\,d\,v^2 \sin^2 a \text{ CB et } q' = m\,d\,v^2 \cos^2 a \text{ A B.}$$

La force q', dirigée normalement sur le petit côté AB du bâteau, est opposée à celle des rames r; en sorte que l'on a, en définitive, pour la résultante f qui agit sur cette face AB, $f = r - m\ d\ v_2 \cos^2 a$. AB, celle-ci étant appliquée au point N, centre de gravité de de AB. L'autre force q normale sur CB et appliquée au point M centre de gravité de CB, coupe la force f en un point O, q et f ont une résultante R passant par O et qui est égale à OS; en faisant O f× f et O p=q.

$$R = \sqrt{(m\,d\,v^2 \sin^2 a\,\text{CB})^2 + (r - m\,d\,v^2 \cos^2 a\,\text{AB})^2}$$

La force OS ou R fait avec la direction de la composante

OM un angle S'OM que nous désignerons par b et qui est déterminé par les 2 équations $q=R\cos b$, $f=r\sin b$;

$$\text{d'où } \tang b=\frac{f}{q}=\frac{r-m\,d\,v^2\cos^2 a.\ AB}{m\,d\,v^2\sin^2 a.\ CB.}$$

La résultante R ne passant pas, en général, par le centre de gravité du bateau, lui imprime 2 mouvemens : l'un de rotation autour de ce centre, et l'autre de translation. On sait que ces 2 mouvemens sont indépendants l'un de l'autre. Il suffit, dans le problème actuel de s'occuper du mouvement de translation, qui est dû à la force R, et de considérer cette force comme directement appliquée à ce centre de gravité, avec sa direction b et sa grandeur R, telles qu'elles sont déterminées plus haut.

La composante de OS, qui fait traverser la rivière au bateau, doit être dirigée perpendiculairement à la direction du courant. En décomposant donc OS en 2 forces, l'une $OP=y$ perpendiculaire au courant, et l'autre $oq=x$ parallèle à ce courant, la première produira seule le mouvement du passage d'un bord à l'autre, et la 2e produira la *dérive* du bâteau. En appelant y celle-là et x celle-ci, et observant que $SOP=200°-SOM-MOP=200°-(b+a)$ on aura :

$$y=R\cos SOP=R\cos(b+a)$$
$$x=R\sin SOP=R\sin(b+a).$$

D'où l'on déduit :

$$y=\cos(b+a)\sqrt{(m\,d\,v^2C\sin^2 a)^2+(r-m\,d\,v^2A\cos^2 a)}$$

$\tang b=\dfrac{r-m\,d\,v^2A\cos^2 a}{m\,d\,v^2C\sin^2 a}$, en faisant, pour abréger, $C=CB$ et $A=AB$.

Ces expressions peuvent se mettre sous la forme suivante, en représentant $m\,d\,v^2C$ par M et $m\,d\,v^2A$ par M' :

$$y=(\cos b\cos a-\sin b\sin a)\sqrt{(M\sin^2 a)^2+(r-M'}$$

et $\tan b = \frac{r - M' \cos^2 a}{M \sin^2 a}$

Tirant les valeurs de sin b et cos b de la dernière équation, il vient :

$$\sin b = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{M^2 \sin^4 a}{(r - M' \cos^2 a)}}} = \frac{r - M' \cos^2 a}{\sqrt{(r - M' \cos^2 a)^2 + M^2 \sin^4 a}}$$

$$\cos b = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{(r - M' \cos^2 a)^2}{M^2 \sin^4 a}}} = \frac{M \sin^2 a}{\sqrt{(r - M' \cos^2 a)^2 + M^2 \sin^4 a}}$$

Substituant ces valeurs de *sin b* et de *cos b* dans la valeur de y, on trouve ;

$$y = M \cos a \sin^2 a - (r - M' \cos^2 a) \sin a.$$

$$x = M \sin^3 a - M' \cos^3 a + r \cos a$$

La première équation différentiée par rapport à a donne :

$$\frac{dy}{da} = 2 M \cos^2 a \sin a - 2 M' \cos a \sin^2 a - r \cos a - M \sin^3 a + M' \cos^3 a.$$

On peut mettre cette équation sous une autre forme, en substitnant à la place de cos a, $\sqrt{1 - \sin^2 a}$, et en faisant $\sin^2 a = Z$. On trouve alors :

$$(9 M^2 + M'^2) Z^3 - (12 M^2 - 2 M'(r + M')) Z^2 + (4 M^2 + (r + M')^2) Z = r + M'$$

Quoique la résolution de cette équation du troisième degré n'offre rien de difficile que la longueur des calculs qu'elle entraîne, il serait assez pénible et peu utile dans la pratique de l'effectuer, même après avoir fait quelques hypothèses sur les élémens des valeurs de M' et M, afin de réduire en chiffres les coëfficiens des puissances de Z.

Bornonsnous à faire remarquer que l'équation d'où dépend Z étant du troisième degré a toujours une racine réelle. Ainsi, il y a toujours un angle de plus court passage.

Au lieu de se donner la force r des rames, on pourrait supposer connu l'angle a ou Z et déterminer la force r en conséquence.

Si l'on suppose que la face AB du bâteau, qui est ordinairement très-petite, soit nulle, l'équation précédente se simplifie et devient.

$$9\,M^2 Z^3 - 12\,M^2 Z^2 + (4\,M^2 + r^2)\,Z = r^2.$$

Si l'on fait a=90°; d'où sin $a = 1$, et $Z = 1$, on trouve, quelle que soit la puissance r des rames,

$$9\,M^2 - 12\,M + 4\,M^2 + r^2 = r$$

d'où l'on déduit; $M = 0$ et $M = \frac{12}{13}$ (solution étrangère à la question).

La valeur $M = o$ signifie que sur une rivière dont le courant serait nul, sur un lac tranquille, par exemple, l'angle de passage le plus favorable, pour un bâteau à becs très allongés, est de 90°; ce qui est évident de soi-même; car dans ce cas, le fluide offrant la même résistance dans quelque direction que le bâteau se meuve, l'angle de passage le plus favorable est celui fait suivre au bâteau la ligne la plus courte, c'est-à-dire, la ligne perpendiculaire aux deux rives supposées parallèles à la droite par rapport à laquelle on a mesuré l'angle a.

De là on peut conclure que, lorsque la force du courant est infiniment petite par rapport à la force des rameurs, il faut, avec un bateau à becs très allongés, passer sous un angle qui approche de 90°.

Si $r = o$, on trouve

$9M^2Z^3 - 12MZ^2 + 4M^2Z = 0$, ou bien, $9MZ^2 - 12Z + 4M = 0$; équation du 2e degré qui, résolue, donne

$$Z = \frac{2(1 \pm \sqrt{1 - M^2})}{3\ M}$$

Or $M = m\ dv^2 C = md\ 2\ ghC$ représente une fois la masse d'un prisme d'eau dont C est la base et h la hauteur, h étant liée à v par la formule connue $v^2 = 2\ gh$.

Si $M = 1$, on a $Z = \frac{2}{3}$; d'où tang $a = \sqrt{2}$ et $a = 54° 44'$.

Donc, lorsque la force des rames est nulle, si le bateau pouvait n'avoir qu'une seule face C en prise au choc de l'eau, et si la grandeur de cette face était telle que l'équation $M = 1$ fut satisfaite, l'angle le plus favorable au passage du bateau serait de 54° 44', comme pour le cas du pont volant retenu par un cordage et placé dans les circonstances particulières qui ont été admises précédemment.

Si $M > 1$, Z est imaginaire; ce qui indique qu'il n'y aurait pas, dans ce cas, d'angle possible de passage.

Si $M < 1$, Z a une valeur réelle qui se rapproche d'autant plus de celle correspondant à 54° 44' que M est plus près de 1.

On pourrait faire d'autres hypotèses particulières sur les valeurs de M, M' et r. Mais nous laisserons le soin de cette discussion aux personnes qu'elle pourrait intéresser.

Il serait à désirer que les questions que nous n'avons fait qu'ébaucher, dans ces recherches fort incomplètes, fussent traitées par quelque géomètre moins inhabile que nous dans le maniement des formules de mécanique, et qu'un des professeurs aux écoles d'artillerie en fit l'application aux ponts volans et aux bateaux en usage dans les équipages de l'artillerie française.

Avant de terminer, nous ferons une remarque sur le paragraphe suivant *du guide du Pontonnier.*

L'auteur de cet ouvrage a dit à la page 184 : « un bateau » abandonné au gré des eaux ne peut acquérir une vitesse » égale à celle du courant, il ne pourrait même la conserver, » si on la lui avait imprimée, à cause de la résistance que l'air » oppose à la partie surnageante. »

Ce paragraphe renferme, à ce qu'il me semble, une erreur. Un corps flottant librement, sur la surface d'un courant uniforme, peut y prendre, et y prend en effet une vitesse uniforme plus grande que celle du milieu de la surface de ce courant.

Quand un corps quelconque flotte sur un courant qui a une pente exprimée par $\frac{1}{l}$, ce corps est situé sur un plan incliné dont l serait la longeur et dont 1 serait la différence de niveau aux extrémités de l. Le corps est soumis à une force accélératrice agissant sur ce plan incliné et égale au poids du volume d'eau déplacé. Cette force tend à faire descendre le corps et elle accélérerait sa descente à l'infini, s'il n'éprouvait pas de résistance. Or, si l'on suppose que ce corps se meuve seulement avec la vitesse du fluide qui l'environne et qui le porte, il sera en repos relativement au fluide et n'éprouvera de sa part aucune résistance. Ainsi la force accélératrice due au poids restera entière et lui imprimera de nouveaux degrés de vitesse, jusqu'à ce que l'excès de vitesse sur celle du fluide produise un choc qui soit égal à cette même force. Alors, il continuera de se mouvoir uniformément et, à chaque instant, sa force accélératrice fera équilibre à la résistance qu'il éprouvera de la part du fluide.

Plus le volume d'eau déplacé par le corps sera considérable, plus la force accélératrice du corps sera grande et plus

grand aussi sera l'excés de la vitesse uniforme qu'il acquerrera sur celle du fluide. Mais, par la raison contraire, plus petit sera le volume d'eau déplacé par le corps, plus sera petit l'excès de sa vitesse uniforme; enfin quand le volume du corps sera égal en grosseur à une molécule élémentaire d'eau, sa vitesse sera égale à celle de la molécule elle-même.

Dubuat a trouvé que la vitesse réelle d'un bateau chargé était de 17 pouces, 557 par 1', tandisque celle du fil de l'eau était de 15 pouces, 961 (tome 2, 196ᵉ expérience). La différence 1 pouce, 596 exprime la vitesse relative avec laquelle le bâteau se mouvait contre le courant, qu'il devançait.

DE LA DÉFENSE DES ÉTATS

PAR LES POSITIONS FORTIFIÉES.

(Premier article.)

Considérations générales.

1. Lorsque le calme de la paix laisse à un gouvernement le temps nécessaire pour former des plans de défense prémédités, il est incontestable que les fortifications doivent jouer un rôle important dans ces plans. En effet, aussitôt que l'on peut obliger l'ennemi à attaquer des points fortifiés d'une manière durable et à suivre les longs procédés d'une attaque en règle, on le force, en employant soi-même un plus petit nombre d'hommes, à sacrifier un nombre de jours assez considérable pour obtenir des avantages qu'il eût pu se procurer, en quelques heures, par le gain d'une bataille. Or l'économie du temps est ordinairement l'un des objets les plus importans que l'on puisse se proposer à la guerre. Le temps que l'on gagnera, au commencement d'une guerre défensive, assurera probablement les moyens d'employer contre les ennemis la plus grande partie des ressources de l'état, avant qu'ils n'aient porté des coups décisifs, si l'état a une assez grande profondeur pour que l'ennemi ne puisse pas masquer les places, et se porter contre les grands établissemens sans former lui-même de nouveaux magasins.

2. L'on voit d'après cela que les places fortes ne doivent jamais être considérées comme une simple mesure d'inertie; mais bien comme un moyen d'attendre, pour attaquer soi-même ses ennemis, l'instant où l'on pourra le faire avec cette supériorité numérique gage ordinaire des succès. L'avantage décidé qu'il y aura à attaquer un ennemi engagé dans les travaux d'un siège, quand on aura acquis la supériorité numérique, ou même plutôt encore, est assez grand pour que l'on ne soit pas tenté de suivre l'exemple de l'ignorant Chinois, en formant une ligne de fortification contigue, dont la garde exigerait et disséminerait un grand nombre de troupes. Mais il est important de se créer un certain nombre de postes fortifiés, situés de telle manière que l'ennemi soit obligé de commencer par en attaquer quelqu'un.

3. Nous chercherons donc à établir d'abord les principes qui doivent servir à déterminer l'emplacement des forteresses, de manière à ce qu'elles puissent remplir ce dernier objet. Nous nous occuperons ensuite des principes relatifs à la construction des forteresses elles-mêmes, sans nous engager dans le détail des constructions linéaires qui sont réellement la matière d'un traité de fortification.

4. Pour que l'ennemi soit impérieusement obligé de commencer les opérations d'une campagne par le siège de quelqu'une des forteresses destinées à la défense d'un pays, il faut que ces forteresses soient situées de manière à lui fermer les débouchés qui lui sont nécessaires pour entrer dans le pays et pour former ses lignes d'opérations; ou bien que ces mêmes forteresses lui donnent lieu de craindre pour les convois qu'il sera obligé de tirer de ses propres magasins; ou bien enfin que les places de guerre assurent, à une armée défensive qui s'en rapprocherait, les moyens, soit de cou-

per la ligne d'opérations des ennemis, soit de faire une diversion importante, soit d'attaquer l'ennemi dans les différentes positions qu'il aura prises. Les points fortifiés peuvent remplir l'objet dont nous parlons, en assurant les moyens de revenir sur ces points essentiels, pour le sort d'une campagne, d'où l'on peut partir avec le plus de succès pour exécuter les différentes opérations; ils peuvent encore contribuer à ce résultat, en conservant des dépôts qui peuvent servir plus tard à entreprendre une nouvelle série d'opérations militaires.

5. Les forteresses, qui ne peuvent servir qu'à fermer des débouchés, n'ont, si l'on peut s'exprimer ainsi, aucune *sphère d'activité*; car il faut, pour qu'elles puissent remplir cet objet, qu'elles se trouvent entre des obstacles impénétrables.

6. Les forteresses qui peuvent donner à l'ennemi lieu de craindre pour ses convois, ont une sphère d'activité dont l'étendue varie, suivant la distance à laquelle la nature du terrain et la force de la garnison permettent à celle-ci de s'écarter de la place, sans craindre de perdre les moyens d'y rentrer.

7. L'on voit, d'après cela, qu'il serait impossible d'établir aucune régle fixe sur l'étendue des sphères d'activité de cette deuxième espéce de places. Il peut arriver même, par la nature du terrain, que la garnison soit beaucoup plus resserrée dans les mouvemens qu'elle pourra exécuter d'un côté de la place, qu'elle ne le sera dans ceux qu'elle pourra exécuter d'un autre côté. Tantôt il y aura un côté de la place où l'ennemi pourra trouver, à proximité, une position susceptible de gêner les manœuvres de la garnison ; tantôt il sera plus difficile d'assurer, de ce même côté, les communications de la garnison avec les ouvrages de la place, dans le cas ou cette garnison s'en éloignerait.

quinze lieues dans le pays qu'elles doivent défendre, l'ennemi s'exposerait aux inconvéniens d'une trop longue ligne d'opération, s'il voulait se servir, pour alimenter ses troupes pendant les siéges, des magasins qu'il avait formés avant de commencer ses opérations sur la frontière. Si l'ennemi veut établir de nouveaux magasins de vivres et de munitions de guerre, le temps qu'il perdra ainsi dédommagera de celui que des fortifications plus perfectionnées lui auraient fait perdre dans les siéges.

15. Il serait utile que les places fortes, de la ligne dont nous parlons, fussent de grandes places pour plusieurs raisons : 1° Il est très avantageux d'obliger l'ennemi à se morfondre, dès le commencement de ses opérations, dans les travaux d'une entreprise majeure. 2° Le même nombre de troupes, rassemblé dans une seule place de guerre, se trouvera plus à même de former des entreprises vigoureuses, contre les convois de l'ennemi, que s'il était distribué dans deux places. 3° On ne retire des forteresses tous les avantages qu'elles peuvent donner, qu'autant qu'on les fait soutenir par la guerre de campagne ; or il est évident qu'une grosse garnison pourra soutenir les opérations de l'armée, qui tient la campagne, avec plus de concert que ne le ferait le même nombre de troupes divisé en deux garnisons. Elle le fera néanmoins avec plus de facilité, si l'on ne veut seconder que par des mouvemens exécutés sur un seul point, les opérations de l'armée défensive destinée à tenir la campagne.

16. Toutes les places succombent à la longue, quelle que soit leur force, à moins qu'on ne vienne à leur secours, ou que l'on oblige les ennemis à en lever le siége, soit par des diversions, soit par des opérations dirigées contre ses convois. Il faut donc avoir une armée en campagne pour pouvoir suivre un système de défense appuyé par des fortifications.

Mais comme la mesure des succès d'une armée en campagne, se règle d'ordinaire sur la facilité avec laquelle elle peut subsister; il faut donc que l'armée, dont nous prouvons la nécessité, dans un système de défense appuyé par des fortifications, ait des dépôts; il faut même que ces dépôts soient établis dans des points fortifiés. En effet pour qu'elle puisse venir au secours des différentes places de la première ligne, pour qu'elle puisse agir de manière à seconder les opérations de la garnison de l'une ou l'autre de ces places, contre les convois de l'ennemi, il lui faut des magasins multipliés. Comme les magasins, dont elle s'éloignera, n'auront quelque sûreté qu'autant qu'ils seront établis dans des points fortifiés; il en résulte qu'une deuxième ligne de places fortes est essentiellement nécessaire, pour l'exécution d'un plan de défense, appuyé par des forteresses, dans un pays entièrement ouvert.

17. Cette deuxième ligne doit être au moins à six lieues de la première; afin d'obliger l'ennemi à allonger sa ligne d'opérations, s'il voulait attaquer quelque place de deuxième ligne avant d'avoir fait une trouée dans la première ligne. On pourrait alors agir avec plus de succès contre sa ligne d'opérations.

18. De plus les places de la deuxième ligne devront être casées vis-à-vis des intervalles de la première. L'emplacement des forteresses avancées doit être déterminé, en général, d'après le nombre et la nature des communications par lesquelles les armées d'observation pourront venir les délivrer; mais dans un terrain entièrement découvert, le nombre des débouchés n'est nullement restreint; la facilité d'arriver à une forteresse, soit pour la délivrer, soit pour la rendre point d'appui des opérations ultérieures, tiendra donc au nombre des points d'où l'on pourra partir. Or si les forte-

resses de deuxième ligne se trouvent vis-à-vis des intervalles de celles de première ligne, chaque place de première ligne aura, sur ses derrières, deux places de dépôt d'où l'armée défensive peut également partir pour la secourir elle-même, ou pour la rendre pivôt des opérations ultérieures. D'ailleurs si les places de la deuxième ligne se trouvent vis-à-vis des intervalles de la première, elles serviront plus efficacement à couvrir le pays contre des courses passagères de l'ennemi.

Voilà ce qui peut en général constituer les préparatifs de défense d'un pays entiérement découvert, si l'on veut se servir des places de guerre pour la défense de ce pays.

19. On voit facilement que les places de deuxième ligne pourraient rendre le même service que celles de première ligne, dans le cas ou celles-ci seraient emportées par l'ennemi, s'il y avait derrière elles une troisième ligne de places distribuées comme celles de la deuxième ligne. On pourra donc établir cette troisième ligne pour complèter le système de défense; les places de troisième ligne seront alors les places de ressource, les ancres d'espérance. Il serait inutile de multiplier davantage les lignes de places fortes. Si trois lignes de forteresses n'ont pas donné à un état le temps d'employer toutes ses ressources; s'il n'a pas su porter un coup décisif à ses ennemis, tandis que ceux-ci étaient occupés à percer trois lignes de places avec le pic et le hoyau, il ne reste plus à l'homme de bien d'autre ressource que celle de mourir avec son pays, et le politique comme le militaire éclairé doivent désespérer du salut de l'État.

20. Le système que nous avons développé jusqu'ici est, pour ainsi dire, dans l'art de préparer la défense d'un pays par les forteresses, ce que sont dans la tactique ces ordres de bataille, que l'on forme pour la distribution des troupes,

au commencement d'une campagne, et qui changent entièrement à la moindre circonstance. Il est donc nécessaire que nous entrions dans quelques autres détails à ce sujet.

Les plaines, seul terrain où l'on pourrait adopter, sans altération, le système dont nous venons de parler, se trouvent toujours 1° auprès de la mer ; elles sont alors le produit des eaux stagnantes dont les sédimens, également déposés, suivent les niveaux qu'elles affectent; 2° sur les bords des fleuves et des rivières; cette deuxième classe renferme des plaines moins basses, moins vastes, que les premières et dont la superficie diminue avec celle des eaux qui peuvent se répandre dans les crues. 3° Les plaines se rencontrent sur les crêtes des montagnes du deuxième et du troisième degré (1) ; ces sols élevés, où les inondations ne peuvent atteindre, sont plus ou moins ondulés, à raison de leur hauteur, par un effet nécessaire des eaux pluviales, qui entraînent successivement des parties terreuses, avec plus ou moins de rapidité, suivant les degrés d'élévation d'où elles découlent.

Mais les grandes plaines basses rentrent dans la classe des *côtes*, si elles longent le bord de la mer, et très souvent elles rentrent dans la classe des *pays aquatiques* dont il sera parlé plus loin; les plaines situées sur les bords des fleuves rentrent dans la classe des pays dont nous parlerons sous le

(1) Les fleuves, ou même les grandes rivières, ne sont caractérisés tels qu'à une certaine distance des hautes chaînes où ils prennent leurs sources; d'un autre côté les montagnes déclinent toujours de hauteur à mesure qu'elles s'éloignent de leur tronc capital. Celles-ci parviennent au *second degré*, à 25 ou 30 lieues des chaînes du premier ordre, et se soutiennent au même degré jusqu'à 60 ou 80 lieues. Au-delà de cette distance on reconnaît ordinairement les montagnes du *troisième degré*. A 100 et jusqu'à 200 lieues de distance des hautes chaînes du premier degré, on reconnaît encore assez généralement les accidens qui tiennent aux montagnes du troisième degré, tels que des cours d'eau, plus ou moins encaissés et marécageux, des côteaux ou des montagnes du troisième degré.

nom de *frontières fluviales*; les plaines élevées et ondulées, ne présentent jamais une assez grande étendue de terrain également praticable pour tous les mouvemens militaires, et l'on peut considérer les pays, dans lesquels elles se trouvent, comme des *pays mélangés* dont nous examinerons plus tard la défense. Reste la défense des côtes pour laquelle nous allons entrer dans quelques détails.

Emploi des forteresses dans la défense des côtes.

21. Si quelque partie des frontières d'un état sont attenantes aux côtes de la mer, il faut employer, dans cette partie, les moyens de défense que nous avons déjà indiqués, si le pays est découvert, ou bien ceux que nous indiquerons plus bas pour les différentes espèces de terrains. Mais il faut ajouter à ces moyens quelques autres dispositions, afin de mettre obstacle à la facilité que l'ennemi trouverait dans le concours de ses forces de terre et de mer. Car, suivant l'exemple d'Alexandre, il pourrait combattre avec son armée par terre et l'approvisionner par mer. Ses opérations acquerraient ainsi une rapidité extraordinaire, vu la célérité avec laquelle les convois arrivent par mer. De quelle utilité n'a pas été aux Français en 1793 la place de Dunkerque, (que l'on doit regarder plutôt comme une forteresse de terre, que comme un port de mer), pour arrêter l'exécution d'un plan semblable à celui dont nous parlons actuellement.

22. Le plan de la défense d'une côte ne peut jamais se réduire à fermer à l'ennemi des points déterminés. Il serait ici facile de reconnaître les points d'attaque, car les ennemis pèseront les obstacles généraux qui peuvent s'opposer au mouillage ou à l'approche des escadres; ils choisiront les parties des côtes dont l'accès est le plus probable; ils s'éloi-

gneront de certains golfes connus, dont les vaisseaux ont tant de raisons de craindre les approches; ils s'écarteront des plages orageuses; ils éviteront celles qui sont semées d'écueils, de brisans, et de bas fonds dangereux; ils se dirigeront enfin vers les bords accessibles et qui leur promettront d'ailleurs des positions rassurantes d'où, sans perdre de vue leurs escadres, ils pourront prendre consistance sur la côte et procéder à l'accomplissement de leurs desseins. D'un autre côté, il faut convenir que la plupart des difficultés particulières, relatives à l'abord, qui pourraient se présenter sur les points où l'ennemi aura intérêt de descendre, seraient facilement surmontées par des débarquemens partiels opérés par surprise. La célérité des escadres et la manière soudaine dont elles peuvent se présenter au moment où on s'y attend le moins, les mettent en mesure de menacer en même temps une grande étendue de côte. L'ennemi pourra donc paraître, à l'improviste, sur les points de la côte dont l'accès lui aura paru le plus difficile, et que les défenseurs auront peut-être négligés par cette raison.

13. Cette même célérité, avec laquelle les escadres peuvent menacer une grande étendue de côtes, fait qu'il est impossible de préparer de longue main, pour la défense d'une côte un peu étendue, un plan d'opérations basé sur le projet d'agir contre les convois de l'ennemi, quand il aura effectué sa descente. Ce système de défense ne serait praticable, sur la totalité de la côte, qu'autant que l'on aurait établi sur celle-ci différentes places fortes, destinées à préparer des manœuvres contre les convois de l'ennemi, et que les sphères d'activité de ces forteresses embrasseraient tous les points où l'ennemi pourrait descendre. Or il y aurait à cela plusieurs inconvéniens: 1° cette grande multitude de places obligerait à employer une grande quantité de troupes,

l'ennemi pourrait, à raison de la célérité des mouvemens de son escadre, vous obliger à les garder toutes, et par conséquent à tenir sur pied une force peut-être centuple de ce qu'il aurait sur ses transports, sans cependant s'exposer à vous être inférieur en nombre s'il tentait un débarquement : 2° Si l'ennemi effectue son débarquement, loin d'un point où sont rassemblées beaucoup de celles de vos troupes qui sont destinées à tenir la campagne, il n'appréhendera guères les attaques que pourront exécuter, contre ses convois, les troupes d'une ou deux de vos garnisons. Les efforts de celles-ci, quelque bon que soit l'emplacement de vos forteresses, viendront bientôt se briser contre un nombre de troupes infiniment supérieur. Tout système de défense de côtes, calculé uniquement sur des manœuvres dirigées contre la ligne d'opérations de l'ennemi, échouera donc par la dissémination de troupes (1) qu'il aura occasioné. L'ennemi, exécutant sa descente avec de grands moyens, pourra facilement s'assurer auprès de la mer un établissement passager pour ses magasins; il mettra une partie de vos différentes garnisons dans l'impossibilité de se réunir au reste, et, s'emparant d'une grande étendue de pays, il fera tomber les places fortes maritimes par la guerre de campagne.

24. Ainsi, en faisant abstraction de quelques accessoires de défense, destinés à obtenir quelques avantages partiels, ou à couvrir quelques parties du pays contre des courses pas-

(1) Il serait impossible de remédier à cette grande dissémination de troupes pour une côte un peu étendue. Si l'on rassemblait toutes les troupes qui doivent agir contre les lignes d'opération de l'ennemi, auprès d'une ou deux forteresses destinées à devenir le pivot des manœuvres, afin d'augmenter, par l'accroissement des garnisons, l'étendue des sphères d'activité de ces forteresses ; l'ennemi exécuterait son débarquement dans un point éloigné de celles-ci : toute manœuvre, contre ses lignes d'opération, serait alors impraticable, vu l'étendue qu'il faudrait donner à la ligne d'opération des corps qui s'éloigneraient des forteresses.

sagères, on peut conclure : que les dispositions générales de fortifications, pour la défense d'un pays du côté de la mer, ne doivent avoir d'autre but que celui de conserver les points essentiels pour le sort de la campagne, savoir :

25. 1° Les ports de la marine militaire ; 2° les ports de la marine marchande ; 3° les positions dont l'ennemi pourrait tirer le plus d'avantages, pour prendre consistance sur quelque partie des côtes, et pousser ensuite ses opérations ultérieures.

26. Il y a une règle générale par laquelle on peut déterminer le degré de force qu'il convient de donner à ces différentes forteresses. Il faut que cette force soit assez grande, pour donner toujours le moyen de résister, beaucoup au-delà du temps nécessaire pour réunir contre l'ennemi une supériorité de moyens si décidée, que celui-ci ne soit pas tenté d'attendre l'arrivée de ces secours.

27. Cependant il faut observer que les places maritimes, c'est-à-dire les ports de la marine militaire et ceux de la marine marchande, auront un caractère particulier, surtout à l'égard des grands ports. Cette différence consistera principalement dans la nécessité où l'on se trouvera d'occuper les dehors de ces places, à des distances assez grandes pour que l'ennemi ne puisse exécuter de bombardemens. Car il pourrait arriver que l'attaquant n'eût point de temps à perdre, et qu'il ne fût pas en situation de se compromettre dans les travaux d'un grand siége. Il se réduirait alors à porter de loin l'incendie et la destruction, ce qui occasionerait peut-être de plus grands désastres que n'en aurait produit l'entrée de l'ennemi (1) dans ces places. Il suit de là que les dispositions, capables de forcer l'ennemi au dé-

(1) L'idée vraie ou fausse de conserver sa conquête, déterminerait peut-être à quelques ménagemens un ennemi qui se serait emparé d'un port de mer.

ployement de l'appareil d'un siége, devront être portées sur des dehors avancés. En conséquence les corps de place pourront être réduits à de simples enceintes, dont la consistance soit de nature à rassurer complètement contre toute entreprise qu'un attaquant audacieux, laissant les dehors en arrière, pourrait tenter de vive force contre la place.

28. Toute opération maritime est avantageuse dans la défense d'une côte; il faut donc lorsqu'on le peut, par des établissemens de batteries ou de forts sur les côtes, ménager aux ports militaires la plus grande étendue d'action qu'il sera possible.

29. Les mesures prises en faveur des ports de la marine marchande seront sujettes à des modifications relatives : à la population; à la richesse des magasins; à l'étendue des relations; aux calculs comparatifs des dépenses de sûreté, avec celles des armemens offensifs qui n'aboutiraient pour l'ennemi qu'à des avantages médiocres. Enfin les rapports de situation des villes de commerce entreront aussi en considération, lorsqu'elles seront assez éloignées de l'embouchure des rivières, sur lesquelles elles sont assises, pour que l'ennemi ne puisse y atteindre sans risquer de se voir séparé de son armée navale.

30. Les forteresses destinées à conserver les positions dont l'ennemi pourrait se servir avec le plus d'avantage, pour prendre consistance sur les côtes, seront assujetties dans leur construction aux mêmes principes que les forteresses ordinaires. Il ne sera pas même nécessaire qu'elles occupent la totalité des positions; il suffira qu'elles en tiennent la clef, ou même, si cela est trop difficile, qu'elles conservent seulement les moyens d'attaquer ces positions avec avantage.

31. Il y aura des circonstances dans lesquelles le système

de défense d'un pays maritime, nécessitera la construction de postes fortifiés en deuxième ligne; afin de faire communiquer, avec les autres postes, l'armée destinée à tenir la campagne. Ainsi s'il y a un cap très-avancé, se rapprochant de la forme d'une presqu'île, et qu'il existe un grand port à l'extrémité de ce cap; il pourra être nécessaire d'établir des postes de deuxième ligne, vers la partie rétrécie de la péninsule, afin de réserver aux défenseurs la faculté de se porter au secours du grand port. On voit que sans cette précaution l'ennemi pourrait prévenir les défenseurs, sur le point rétréci qui fait le col de la tête avancée, et que de là il trouverait des facilités pour arrêter l'effet des secours importans et décisifs.

32. Si l'idée d'opérations offensives par terre, contre les convois de l'ennemi, doit être rejetée de la première ligne des moyens de défense pour une province maritime; il faut cependant la considérer comme un accessoire dont on peut se servir avec beaucoup d'utilité, si l'ennemi entreprend d'avancer dans le pays en laissant derrière lui des garnisons considérables, soit dans les ports, soit dans les forteresses qui tiennent les positions qu'il pourrait occuper avec le plus d'avantage. Cette assertion est d'autant plus vraie, que la nature des fortifications que nous avons indiquées, pour les ports de mer, comporte naturellement de nombreuses garnisons. Si quelqu'un des postes qu'il est nécessaire de fortifier comporte une forte garnison, il sera peut-être utile de fortifier, dans l'intérieur du pays, d'autres postes qui donnent à cette garnison les moyens d'attaquer avec succès les convois de l'ennemi. Si celui-ci prenait des lignes d'opérations collatérales, on pourrait préparer aussi des débouchés pour le même usage.

33. L'on ouvrira des débouchés faciles, qui puissent

conduire aux points que l'on a résolu de fortifier, en partant des points centraux où il est convenable de rassembler les troupes destinées à tenir la campagne, afin qu'elles puissent secourir au besoin les différentes forteresses.

34. Passons maintenant aux mesures, accessoires à la défense du pays, qui peuvent faire partie du système de défense d'une côte.

35. Au premier rang des dispositions convenables, pour arrêter les dévastations partielles qui peuvent suivre un débarquement, figurera la construction des postes intermédiaires purement militaires, dans le cas où les postes fortifiés, dont on a parlé plus haut, se trouvent à plus de quinze lieues les uns des autres, dans les parties abordables de la côte (1). Mais pour ne pas être entraîné dans des constructions trop nombreuses, il faudra comparer les avantages qui résulteront de la tranquille possession des parties de pays que l'on couvrira par ces mesures, avec l'embarras et la dépense qui résulteront de la construction de ces postes.

36. Les batteries destinées à la défense des côtes, ne servant jamais qu'à rallentir le débarquement de l'ennemi, parce celui-ci s'en empare facilement par des débarquemens partiels, tiennent la deuxième ligne dans les accessoires d'un plan de défense de côtes.

37. « Les batteries employées à la défense des côtes ont » différens objets à remplir : 1° de fournir des moyens d'op- » position contre les descentes ou les grands débarquemens ; » 2° de protéger la navigation connue sous le nom de cabotage » et de faire respecter en même temps des mouillages propres » à donner asile à des vaisseaux qui seraient poursuivis.

(1) Si ailleurs les positions favorables attirent quelquefois l'emplacement des fortifications et même des villes, sur les côtes, ce sont les ports qui, même en dépit des difficultés locales, entraînent invinciblement les fortifications.

» 3° De garantir les bourgs ou villages, qui sont à portée des » bords de la mer, contre les petits débarquemens dans » lesquels l'ennemi ne se proposerait que des invasions pas- » sagères. 4° De défendre les accès des goulets, et les mouil- » lages des grandes rades qui doivent servir à réunir et re- » cueillir en sûreté les flottes, les escadres, et tous les » accessoires qui en dépendent. »

38. L'on doit s'attendre que ces différentes destinations donneront lieu à de fréquentes méprises, et qu'elles provoqueront l'excessive multiplication des batteries ; car il n'y aura pas de hameau qui ne veuille être couvert par des batteries. Les circonstances nautiques entraîneront des mesures dispersives ; la navigation de cap en cap demandera des batteries propres à assurer le mouillage dans les anses qui en sont susceptibles ; la marine militaire provoquera elle-même la multiplication des ports de sûreté. Les régles positives et générales sont bien difficiles à établir. Si l'on admet, par exemple, que des batteries seront distribuées dans toute l'étendue des côtes accessibles, et qu'elles seront espacées relativement à la portée des bouches à feu qui y seront employées ; cette disposition qui pourrait être excellente pour quelques points sera détestable pour d'autres. La question ne peut-être décidée que par un examen approfondi du gisement des côtes ; de la qualité des abordages, des bas fonds, et des mouillages ; des directions habituelles des vents et des courans ; de la proportion des forces disponibles ; de la distance des lieux d'où elles doivent accourir ; de toutes les espèces d'intérêts qui peuvent déterminer les démarches de l'ennemi. Nous n'établirons donc quelques régles qu'après avoir prévenu de ne jamais s'y assujettir d'une manière absolue et de se défier toujours des régles générales aussi bien que des systèmes.

39. Voici quelles sont ces règles :

« 1° Reconnaître à fond les dispositions locales et les circonstances nautiques de chaque partie des côtes que l'on se propose de défendre.

» 2° Embrasser, dans ces reconnaissances, toute l'étendue des parages dont la défense est liée, et dont les moyens peuvent concourir et s'entraider.

» 3° S'assurer de la qualité des passes, de l'état des mouillages, de la direction des courans, du gisement des bas-fonds, du cours des marées, de leurs rapports avec les vents régnans.

» 4° Etudier chaque partie des côtes, dont il s'agit de s'occuper, en raisonner la défense en particulier, en rapporter les résultats à l'ensemble.

» 5° Distinguer essentiellement les différens objets qu'on se propose de remplir; sentir toutes les nuances qui existent entre l'intention de rassurer, celle de défendre ou de protéger, celle de renforcer pour une résistance directe, ou d'appuyer secondairement, celle de soutenir d'une manière absolue ou d'en imposer à l'opinion par des mesures ostensibles... Articulons quelques-unes de ces différences :

40. » 6° Lorsqu'il s'agira uniquement de procurer la sûreté des anses où les navires caboteurs puissent trouver asile ; les batteries, qui y seront destinées, pourront rester ouvertes à leur gorge, puisque les ennemis dans ce cas ne se proposeraient pas de mettre pied à terre. Mais si, ce qu'il faudrait faire toutes les fois que cela sera possible, les batteries destinées à protéger le cabotage ont de plus la destination de s'opposer aux descentes, elles seront fermées et retranchées à leur gorge.

» 7° Les caboteurs, pouvant estimer de loin la distance

» des corsaires ennemis, auront je suppose deux heures devant » eux pour gagner une anse de sûreté : dans cette hypothèse, » il suffirait de pourvoir de batteries celles des anses qui » se trouveraient à peu-près espacées de deux lieues en deux » lieues. On sent du reste que ces espacemens éprouveront » diverses variations relatives à plusieurs circonstances à » consulter.

41.» 8° Les batteries destinées à faire opposition aux gran- » des descentes, ne pourraient être disséminées sur tous les » points abordables, sans tomber dans une multiplication » excessivement dispendieuse. D'autant plus que les batteries » de ce genre devront être retranchées à leur gorge, et » même avoir la consistance de forts. Elles seront donc ré- » servées pour des points choisis sur les plages les plus ap- » parentes, celles qui présenteront des mouillages d'où les » vaisseaux de l'ennemi seraient en mesure de protéger le » débarquement et le rembarquement de leur troupe. La » nécessité de retrancher fortement ces sortes de batteries, » résulte de la facilité que l'ennemi aurait pendant la nuit » d'opérer par surprise des débarquemens partiels, à quel- » que distance des points occupés, d'où marchant à revers » sur les batteries ouvertes il en annulerait les effets et » procéderait sans opposition à l'exécution du grand » débarquement.

» 9° A l'égard des descentes totales qui pourraient être » exécutées par surprises, intermédiairement à ces batteries, » l'on ne pourra y pourvoir qu'en distribuant les forces » mobiles, de manière qu'elles puissent se réunir » pour attaquer l'ennemi, avant qu'il ait eu le temps » de prendre consistance sur la côte. Ces dernières dispo- » sitions laisseront néanmoins encore beaucoup d'objets in- » déterminés, parce qu'elles dépendront de l'accord de

» promontoires sur lesquels l'ennemi pourrait parvenir
» sans opposition. Dès-lors ces batteries basses, plongées à
» revers, quoique fermées à leur gorge, seraient en danger
» de tomber en son pouvoir : dans ce cas il faudrait occu-
» per les promontoires protecteurs. Si cette intention entraî-
» nait à de grandes dépenses et à des mesures trop vas-
» tes, il faudrait employer des moyens extraordinaires
» pour faire respecter ces batteries basses ; on déroberait
» leur gorge en élevant des masses couvrantes, orga-
» nisées intérieurement ; ces grands masques n'auraient
» leur défense que de très-près, et à revers, lorsque
» l'ennemi tenterait de les franchir de vive force ; mais les
» effets en seraient très-assurés.

48. » 16° Celles des batteries, placées sur les goulets des
» grandes rades, qui ne devront agir que contre les pas-
» sages momentanés des vaisseaux ennemis, seront dis-
» posées dans la même intention. Les boulets rouges et la
» fermeture complette y seront quelquefois moins néces-
» saires, mais il sera généralement utile de ne point négli-
» ger ces précautions. »

MÉLANGES.

ORGANISATION
DE
L'ARMÉE RUSSE,

D'APRÈS L'OUVRAGE DE TANSKI, SUR LES FORCES MILITAIRES DE LA RUSSIE.

Allgemeine Militar Zeitung.

I.

L'empereur est le chef de l'armée. Il est entouré d'un état-major, qui est composé de toutes les hautes dignités militaires, et au moyen duquel il transmet ses ordres aux chefs des différentes armées, aux gouverneurs des provinces et aux directeurs des administrations. L'empereur n'a point de corps militaire qui soit composé seulement d'officiers; mais il a près de lui un grand nombre d'*adjudans-généraux*, de *généraux à la suite*, et d'*adjudans*.

Les adjudans-généraux sont au moins des lieutenans-généraux. Leur nombre varie de 50 à 60. Un grand nombre d'entre eux est détaché près des armées ou chargé de missions diplomatiques. Ils ont un supplément de solde considérable. Quand ils sont détachés près des armées, ils n'ont point d'autres fonctions que celles de leur grade et de leur arme.

Les généraux à la suite de l'empereur sont des majors-généraux. Il y en a de toute arme. Leurs fonctions sont à-peu-près les mêmes que celles des adjudans-généraux. En 1831, ils étaient 50.

Les adjudans sont de jeunes officiers depuis le grade d'enseigne jusqu'à celui de colonel. Ils sont employés à diverses fonctions militaires pour lesquelles des connaissances spéciales sont nécessaires.

Les adjudans-généraux de l'empereur, les généraux à la suite et les adjudans forment trois classes particulières d'officiers qui ne sont point astreints aux règles ordinaires pour l'avancement. La faveur du souverain peut d'un adjudant faire un général à la suite et quelques jours après un adjudant-général. Les trois classes d'officiers forment l'élite de l'armée, sinon par leur capacité militaire, au moins par l'étendue de leur instruction, leur connaissance des langues étrangères et leur habitude du monde.

Les officiers-généraux placés près de l'empereur, dans la maison militaire, près des armées actives et dans les forteresses, ne forment pas un état-major particulier, mais sont divisés en catégories qui n'ont aucune liaison entre elles. Les adjudans-généraux de l'empereur, les généraux à la suite, les généraux qui sont à la tête de l'état-major de l'artillerie, du génie et des autres troupes de la guerre, sont séparés entre eux et de ceux de même arme qui sont compris dans les corps de l'armée. On ne parle pas d'une catégorie à l'autre par ancienneté ou par choix fondé sur des services rendus. On fait son avancement dans la garde ou dans la ligne, suivant la position qu'on avait d'abord; mais une disgrâce peut faire placer dans la dernière classe un adjudant-général de l'empereur.

L'état-major général impérial compte treize généraux ou employés militaires, dont voici les fonctions :

Le major-général travaille immédiatement avec l'empereur, reçoit ses ordres et les transmet à tous les corps et à tous les directeurs des administrations militaires. Quand il n'est pas en même temps ministre de la guerre, il lui donne des ordres, lorsque l'empereur est à l'armée, et il se fait rendre compte pour lui de toutes ses opérations. Il embrasse le personnel, l'avancement, les changemens dans les corps parmi les officiers, le comité de l'instruction militaire, le corps de topographes et le dépôt topographique, les adjudans-généraux de l'empereur, les généraux à la suite et les adjudans.

Le ministre de la guerre est chargé du matériel, de l'entretien et de la solde. Il a sous ses ordres le commissaire-général, l'intendant-général, le service de santé, le matériel du génie et de l'artillerie.

L'inspecteur-général du génie est chargé du personnel de l'arme. Il fait les projets pour les places fortes, veille à leur entretien, ainsi qu'à celui des autres établissemens militaires. Il correspond avec le major-général pour ce qui regarde le personnel, et avec le ministre de la guerre pour ce qui concerne le matériel. Il a sous ses ordres le directeur-général qui s'occupe de tout ce qui est nécessaire et sur lequel repose toute la responsabilité.

Le grand-maître de l'artillerie est chargé du personnel et du matériel de cette arme comme l'inspecteur-général du génie.

Le quartier-maître général dirige le corps particulier de l'état-major général, fixe l'instruction des officiers, veille spécialement sur ceux qui sont appelés à l'académie militaire de Pétersbourg, et suivant les besoins les place dans

l'état-major général. Il donne les ordres pour les campemens et les mouvemens. Les officiers d'état-major sous les ordres du quartier-maître général sont divisés en deux classes. Leur éducation militaire est la même; cependant leurs connaissances qui comprennent la géographie et la topographie, la fortification et l'artillerie, les tactiques des différentes armes, le stratégie et l'administration, sont plus superficielles qu'approfondies, leur nombre est indéterminé. Il y a maintenant de 25 à 30 officiers-généraux et de 160 à 165 officiers subalternes.

Les officiers de l'état-major de la garde ont le même rang que les officiers de la vieille garde et ont deux grades au-dessus de celui qu'ils ont effectivement. Les officiers de l'état-major de l'armée ont le même rang que les officiers de la jeune garde et ont un grade au-dessus de celui qu'ils possèdent.

Le général de jour est chargé de toutes les affaires courantes. Il expédie les ordres et les dépêches du major-général. Les fonctions sont permanentes. Il a un bureau particulier, et en outre de ses aides-de-camp, des adjudans qui sont à côté des différentes sections. Cet officier remplit les fonctions de l'officier de jour, qu'on a supprimé dans la campagne de 1806.

Le commandant de la gendarmerie gagne tous les jours en considération à la cour. Le sort des provinces, des généraux, des employés civils et militaires et des bourgeois, est entre ses mains. Les brigades de gendarmes qui sont répandues dans toutes les parties du royaume, lui envoient à Pétersbourg leurs rapports particuliers, dont il donne des extraits à l'empereur et aux ministres qu'ils peuvent intéresser. Il reçoit souvent des instructions secrètes du souverain.

Le commissaire-général est un petit ministre. Il est

chargé de l'administration, de l'armement et de l'habillement des troupes. Son cercle d'action est très-limité.

L'intendant-général est chargé de l'entretien des troupes. Les titulaires de ces deux dernières charges sont classés parmi les officiers de la ligne.

L'auditeur-général, ou grand juge militaire, est chargé de toutes les affaires de la justice. Il révise tous les jugemens qui concernent les causes civiles et militaires et les soumet à l'empereur par l'intermédiaire du major-général. Il a la haute main sur les auditeurs placés dans l'armée.

Le commandant du quartier-général s'occupe des logemens de l'empereur, du major-général et des autres personnes attachée au souverain, veille à ce que les distributions de toute nature leur soient faites. C'est un général de l'armée qui remplit cette fonction.

Le vaguemestre-général, qui est en même temps inspecteur du personnel du train, est chargé des convois militaires.

Le médecin-général est l'inspecteur-général du service de santé dans les armées et les hôpitaux permanens et temporaires. Le nombreux personnel de cette branche de service est placé sous ses ordres.

Toutes les armées russes, et dans toutes les divisions de chaque armée, les régimens de toutes armes ont des états-majors, formés comme celui de l'empereur, de sorte que les ordres du souverain à un régiment, sont transmis de l'état-major impérial à celui de l'armée, qui les donne à celui de la division, qui enfin les transmet à celui du régiment. Les rapports de celui-ci suivent l'ordre inverse pour arriver jusqu'à l'empereur.

Dans les corps d'armées et les régimens, sont des ecclésiastiques, popes ignorans, qui n'ont d'influences que les jours de combat.

Ainsi, dans l'armée russe, tout est lié au moyen du major-général, auquel tous les états-majors envoient leurs rapports, ce qui, pendant la paix, assure l'unité dans le service. Mais il n'en est plus ainsi pendant la guerre, car, lorsque le chef de l'état-major devient dépositaire des plans du général, il est chargé du personnel, règle l'avancement et la place des officiers, et veille à l'administration des corps, alors les attributions du quartier-maître général ont une grande influence sur les succès de la campagne. Les plans des opérations et des combats qu'il imagine ne peuvent plus, comme des rapports ordinaires, être soumis au commandant-général par le chef de l'état-major, et ils doivent être plutôt discutés avec lui sans l'intervention du chef de l'état-major, ce qui établit entre deux hommes qui se regardent comme tout-à-fait indépendans, des collisions d'une rivalité qui sont toujours fort nuisibles au service. Lorsque le commandant-général entreprend une opération, le chef de l'état-major s'occupe des provisions, des munitions, des moyens de transports et des autres besoins de l'armée, pendant que le quartier-maître général conduit les mouvemens des troupes et combine les opérations. Si donc, ces deux officiers n'agissent pas parfaitement de concert, les plans les mieux combinés ne peuvent avoir d'heureux résultats.

Les généraux choisissent leurs aides-de-camp parmi les officiers des corps qu'ils commandent. Ces officiers conservent le grade qu'ils avaient dans leurs corps ainsi que leurs droits à l'avancement par ancienneté, sans préjudice de celui au choix. En général, comme les généraux les choisissent parmi leurs parens et leurs amis, ils ont un avancement rapide, sans que cependant ils l'aient obtenu à aucun autre titre.

L'état-major d'un régiment se compose des officiers qui commandent, de ceux qui aident au commandement et de ceux qui administrent. L'adjudant du régiment reçoit et transmet les ordres du commandant. Un officier est chargé de la solde, un autre de l'administration; celui-ci qui a le titre de quartier-maître est en général un employé du commissariat de la guerre. Ces deux comptables ne peuvent transmettre leurs rapports au colonel que par l'intermédiaire de l'adjudant. L'adjudant est chargé de l'instruction, du personnel, du service, de l'accomplissement des ordres et des rapports. L'auditeur et le chirurgien lui envoient leurs rapports.

II. *Infanterie.*

L'infanterie russe se compose de la garde, des grenadiers, de l'infanterie de ligne, des bataillons de garnison et des invalides. La garde, les grenadiers et l'infanterie, sont partagés en régimens de ligne et en régimens légers; ceux-ci prennent dans la garde et dans la ligne le nom de chasseurs, dans les grenadiers celui de carabiniers; excepté dans l'uniforme et dans l'équipement, il n'y a point de différence entre l'infanterie de ligne et l'infanterie légère.

L'infanterie se compose de 123 régimens, dont 9 dans la garde et 12 dans les grenadiers; l'infanterie légère a 61 régimens, dont 3 de la garde et 6 de carabiniers. Deux régimens forment une brigade et deux ou trois brigades une division. Dans l'armée, chaque division a 6 régimens, dont 2 légers; dans la garde 4, dont 1 léger.

Les régimens ont trois bataillons; mais le troisième n'a que le cadre, excepté la garde. Chaque bataillon se compose de quatre compagnies partagées en 2 pelotons.

L'état-major d'un régiment se compose :

Colonel.	1
Adjudant de régiment.	1
Payeur.	1
Quartier-maître.	1
Auditeur.	1
Chirurgien.	1
Pope.	1
Aides-chirurgiens.	2
Tambour de régiment ayant rang de sergent-major.	1
Ecrivain de régiment avec rang de sergent-major.	1
Musiciens avec rang de l'officier.	10
Vaguemestre avec rang de l'officier.	1
Total.	22

L'état-major d'un bataillon se compose :

Lieutenant-colonel.	1
Major.	1
Adjudant de bataillon.	1
Chirurgien.	1
Ecrivain de bataillon avec rang de l'officier. . .	1
Tambour de bataillon id. . . .	1
Total. . . .	6

La compagnie se compose :

Capitaine de 1re et 2e classe	1
Lieutenant.	1
Sous-lieutenant	1
Enseigne	1
Sergens-majors.	2
Sergent d'armes.	1
Sergens chefs de sections	4

Sergens.	12
Tambours ou fifres.	4
Ecrivains.	1
Soldats parmi lesquels sont compris 20 libérés.	210
Total. . . .	238

Ainsi, un bataillon se compose de 958 hommes, et un régiment à trois bataillons de 2,896.

La garde compte 11 régimens et 1 bataillon; les grenadiers 18 régimens, dont 6 de carabiniers; la ligne 156, dont 52 légers, ce qui donne 185 régimens et un bataillon ou 556 bataillons. Si on compte les bataillons comme ci-dessus, on aura un nombre de 552,604 hommes.

L'armée russe est toujours divisée en corps d'armées, en divisions et brigades.

La garde a 4 divisions.

Les grenadiers ont 3 divisions.

L'infanterie est partagée de la manière suivante :

1er corps d'armée.		1re, 2e, 3e et 4e	divisions.
2e	id.	5e, 6e, 7e et 8e	id.
3e	id.	9e, 10e et 11e	id.
4e	id.	12e, 13e, 14e, 15e et 16e	id.
5e	id.	17e, 18e, 19e et 20.	id.
Corps du Caucase.		21e et 22e	id.
Corps de la Finlande.		23e	id.
6e corps.		24e, 25e et 26e	id.

En outre des régimens stationnés dans le Caucase, il y a 15 bataillons; dans le corps d'Orenborng 16, et dans celui de Sibérie 15; le second de ces corps forme la 27e division et le dernier la 29e..

La différence entre l'effectif et l'état réel est dans l'armée russe plus grande que dans celle d'aucune autre nation. En

effet, il y a toujours dans chaque régiment 12 armuriers, 6 forgerons, 30 serruriers, charpentiers et menuisiers, 8 infirmiers, 12 barbiers et 2 sacristains pour le service du pope; ce qui fait 68 non-combattans. En outre, chacun des 61 officiers a un ou plusieurs hommes spécialement destinés à son service, de sorte qu'on doit regarder chaque régiment comme diminué de 200 hommes. Par un abus qui a pris forme d'habitude, les officiers emploient pour leur service particulier, les ouvriers qui se rencontrent parmi les hommes qu'ils commandent, et les enlèvent tout-à-fait au service militaire. Dans une parade ou une inspection, ils figurent dans les rangs, mais ils n'y sont plus au jour du combat. Les commandans de régiment ou de compagnie, pour éviter les reproches ou pour en tirer profit, ne donnent pas au juste les pertes que leur font éprouver les maladies ou la désertion. La longueur de la durée du service, les privations et les fatigues altèrent la santé du soldat; les causes réunies aux mauvais traitemens qu'ils subissent, font qu'il s'en trouve toujours un grand nombre à l'hôpital. Les recrues n'arrivent à leurs corps qu'après des marches très pénibles et à des époques indéterminées, ce qui ne compense pas d'une manière régulière les pertes éprouvées. On voit facilement, d'après ce que nous venons de dire, que les régimens ne sont jamais au complet et que l'état réel de l'armée est bien loin d'être égal à celui porté dans les documens officiels. Dans les manœuvres et dans les inspections, on a recours à toute espèce de moyens pour dissimuler les pertes éprouvées. On met des files creuses dans le centre des pelotons, et on fait entrer dans les rangs les sous-officiers, les cadets, les écrivains, les musiciens, les domestiques, les soldats du train et les malades; aussi dans un bataillon dont l'effectif est de 958 hommes, cha-

que peloton devrait avoir 35 files, tandis qu'à l'entrée de la campagne, ils n'en ont le plus souvent que 22. Si donc on réduit les régimens à leurs deux bataillons de guerre, et les pelotons des régimens de la ligne à 28 files et ceux de la garde à 32, l'effectif de ceux-ci sera de 1,800 et de ceux-là de 1,600, ce qui donne pour la force totale de l'infanterie, en y comprenant les officiers, 306,900 hommes.

III. *Cavalerie.*

La cavalerie se divise en cavalerie légère et grosse cavalerie.

	RÉGIMENS.	GARDE.	LIGNE.	TOTAUX.
Grosse cavalerie.	Cuirassiers.	4	8	12
Cavalerie légère.	Grenadiers.	»	1	1
	Dragons.	»	9	9
	Uhlands.	2.	24	26
	Chasseurs.	1	8	9
	Hussards.	2	16	18
	Cosaques.	2	»	2
	Totaux.	11	66	77
	Total général.	»	»	77

La plus grande partie de la cavalerie est partagée en corps de réserve qui se composent de 2 ou 3 divisions, en comprenant toujours une de grosse cavalerie; les autres divisions composées surtout de cavalerie légère sont attachées à des corps d'infanterie. Chaque division a 2 brigades et chaque brigade 2 régimens; chaque régiment a 7 escadrons, dont un de dépôt, ayant 30 ou 40 chevaux destinés à l'instruction des recrues. On y place les hommes qui ne sont pas en état de supporter les fatigues d'une campagne.

Les régimens colonisés ont 13 escadrons dont 6 seulement

sont disponibles. Ceux-ci sont tout-à-fait comme ceux des régimens ordinaires, seulement ils sont plus forts au moment de l'entrée en campagne ; les 7 autres escadrons de réserve, 3 de colons et 1 de cantonnement. Ceux de réserve et de colons n'ont pas moins de 100 chevaux, dont la moitié est mise à part, comme destinée à entretenir l'escadron de cantonnement.

L'état-major d'un régiment de cavalerie se compose de :

Colonel.	1
Lieutenant-colonel.	1
Majors.	3
Adjudant de régiment.	1
Quatier-maître.	1
Chirurgien.	1
Aides-chirurgiens.	2
Pope.	1
Ecuyer.	1
Ecrivain.	1
Trompette d'état-major.	1
Total.	14

Un escadron se compose ainsi :

Capitaines de 1re ou 2e classe.	2
Lieutenans.	2
Cornettes.	3
Sergent-major	1
Sergent-d'armes	1
Sergens chefs de sections	4
Sergens	12
Trompettes	3
Soldats dont 20 non montés	160
Total.	188

La cavalerie est partagée de la manière suivante :

1er corps de réserve. — 1re division de cuirassiers de la garde, 1re de cavalerie légère de la garde, 2e de cavalerie légère de la garde.

2e corps de réserve. — 2e division de cuirassiers, 2e d'uhlands, 4e d'uhlands.

3e corps de réserve. — 3e division de cuirassiers, 3e d'uhlands.

4e corps de réserve. — 1re division de dragons, 2e de chasseurs.

5e corps de réserve. — 2e division de dragons, 2e de chasseurs.

Attaché au corps des grenadiers. — 1re division d'uhlands.

id.	au 1er corps d'armée.	— 1re	id.	de hussards.
id.	au 2e	id.	— 2e	id.	de chasseurs.
id.	au 3e	id.	— 3e		id.
id.	au 4e	id.	— 4e		id.
id.	au 5e	id.	— 5e	id.	d'uhlands.
id.	au 6e	id.	— 6e	id.	d'uhlands.

En outre de ces 76 régimens, il y a attaché au corps du Caucase 12 escadrons de dragons. Si on comptait les régimens de cavalerie comme ayant leurs 6 escadrons au complet, on aurait un total de 89,546 hommes; mais là comme dans l'infanterie, il y a beaucoup de mécomptes. Il y a, en effet, une soixantaine de non-combattans par régiment, et de plus, un grand nombre de chevaux qui peuvent être bons pour les parades ou les manœuvres, mais hors d'état d'entrer en campagne. Si donc on regarde les pelotons comme composés de 16 files, un escadron aura 150 hommes et la force totale de la cavalerie régulière sera de 70,575 hommes.

IV. *Artillerie.*

L'artillerie russe est divisée en artillerie de campagne et en artillerie de garnison. A la tête du personnel sont 30 officiers-généraux, dont 10 commandent l'artillerie près des corps d'armées, et 20 sont placés dans les arsenaux et autres établissemens appartenant à l'armée.

L'artillerie de campagne est partagée en 43 brigades, comprenant 119 batteries, parmi lesquelles il y en a 33 et 172 à cheval. Les batteries sont distribuées dans la garde, les grenadiers, l'infanterie et la cavalerie de ligne.

Chaque batterie se divise en deux demi-batteries; la 1re commandée par l'officier d'état-major commandant de la batterie; la 2e par un capitaine de 1re ou de 2e classe. Chaque demi-batterie se partage en 12 escouades, dont 6 forment un peloton, commandé chacun par un officier; chaque escouade est commandée par des sous-officiers; l'un placé devant la pièce sert de guide; l'autre est devant les servans.

Les brigades d'artillerie à pied sont attachées aux divisions d'infanterie; les brigades d'artillerie à cheval aux divisions de cavalerie. Une division est formée de 2 ou 3 brigades à pied et est attachée à un corps d'armée; elle est commandée par un major-général de l'armée. Les brigades à cheval attachées aux divisions de cavalerie de réserve ne forment point de divisions et sont commandées par les colonels, ce qui n'a d'exception que dans la garde où le commandant est major-général.

Les brigades de l'artillerie à pied de la ligne sont composées d'une batterie de position et de deux batteries légères. Dans la garde et dans les grenadiers le rapport est inverse. Dans une des brigades de la garde, il y a en outre une batterie de position. Les brigades d'artillerie légère se composent de

deux batteries légères, à l'exception de celles de la garde; qui ont une batterie de position, une batterie légère à cheval et une demi-batterie de 3, appelée artillerie cosaque.

Voici le détail du personnel et du matériel des batteries de l'artillerie :

	BATTERIES en positions. à pied.	BATTERIES en positions. à cheval.	BATTERIES légères. à pied.	BATTERIES légères. à cheval.
PERSONNEL.				
Colonel.	1	1	»	»
Lieutenant-colonel.	»	»	1	1
Capitaine de première classe.	1	1	»	»
Idem de deuxième classe.	»	»	1	1
Lieutenant.	1	1	1	1
Sous-lieutenans.	2	2	2	2
Enseignes, dont 1 adjudant, 1 payeur ou 1 quartier-maître,	3	3	3	3
Médecins et chirurgiens.	2	2	2	2
Tambours et trompettes.	2	2	2	2
Sergent-major.	1	1	1	1
Sergens.	23	23	23	23
Bombardiers.	50	82	35	70
Canonniers de première classe.	50	»	35	»
Idem de deuxième classe.	150	190	100	132
Ecrivain,	1	1	1	1
Totaux.	287	309	207	239
MATÉRIEL.				
Obusiers de 20 et canons de 12.	12	12	»	»
Obusiers de 10 et canons de 6.	»	»	12	12
Caissons.	36	36	24	23
Totaux.	48	48	36	36
CHEVAUX.				
Obusiers de 20 et canons de 12 à 6 chevaux; ceux d'une baterie de position à cheval à 8 chevaux.	72	96	»	»
Obusiers de 10 et canons de 6 à 4 chevaux; ceux d'une batterie à cheval à 6 chevaux.	»	»	48	48 (1)
Caissons à 3 chevaux,	108	108	72	72
Totaux.	190	180	120	120

(1) Il devrait véritablement ici y avoir 72.

DÉSIGNATION des CORPS.	BRIGADES.	BATTERIES de position.	BATTERIES légères.	TOTAUX.	PIÈCES	HOMMES	CHEV.
Garde. . . .	2 brigades à pied	5	2	7	84	1849	1140
	2 idem à cheval.	1	3 1/2	4 1/2	54	1110	1200
Grenadiers.	3 brigades à pied	6	3	9	108	2343	1440
Armée. . .	23 brigad. à pied	23	46	69	828	16123	9660
	16 idem à cheval	»	32	32	384	7328	7690
	Totaux. . .	35	86 1/2	121 1/2	1458	38735	21120

Il y a en outre deux corps du Kaucase et de la Finlande 4 brigades de 12 batteries fesant un total de 144 pièces. L'artillerie même se compose donc de 133. 172 batteries, de 1602 pièces, 42,637 hommes et 22,860 chevaux.

Mais l'on fait attention que toutes ces brigades, excepté dans la garde sont loin d'être au complet; et que souvent les batteries n'ont que 8 pièces et 150 chevaux de trait pour les batteries de position et 100 pour les batteries légères; que de plus les hommes ne sont pas au complet. On aura pour l'effectif de l'artillerie russe:

Hommes. 31,637
Chevaux. 21,360
Pièces 1,206

V. *Génie.*

La création du corps du génie en Russie fut faite par Pierre I[er]. L'Écossais Bruce en fixa les attributions, et Munich qui fut longtemps directeur des fortifications l'organisa. Depuis ce temps il a presque toujours été commandé par des étrangers. Sous les impératrices Anne et Elisabeth

il avait à la tête le prince de Hesse-Hombourg ; sous Catherine II, le général Bauer ; sous l'empereur Alexandre, le général Opperman. C'est lui qui lui a donné son organisation actuelle.

Jusqu'en 1815 le génie était un corps d'officiers sans troupes, qui prenait ses travailleurs dans l'infanterie où par compagnie se trouvaient 2 sapeurs. On organisa ensuite pour son service 2 bataillons de sapeurs et deux régimens de pionniers. Maintenant le génie compte 5 brigades de troupes particulières.

Les officiers du génie sont attachés à la garde ou à la ligne. Les premiers jouissent des privilèges de la vieille garde. Leur nombre est indéterminé, et varie entre 3 officiers-généraux, 3 officiers d'état-major et 20 ou 25 officiers subalternes. Les officiers du génie de la ligne ont les privilèges des officiers de la jeune garde. Ils sont composés de 3 ou 4 lieutenans-généraux, 14 ou 16 majors-généraux, 70 ou 75 officiers d'état-major et 260 ou 270 officiers de grades inférieurs. En tout il y a environ 400 officiers.

Les troupes du génie se composent d'une brigade de sapeurs, 5 de pionniers et de 2 escadrons de pionniers. Chaque brigade a 2 bataillons, à l'exception de celle de sapeurs qui n'en a qu'un. Dans le bataillon de sapeurs les troisièmes et quatrièmes compagnies sont appelées compagnies de mineurs; désignation purement nominale. En outre il y a 2 bataillons de colons et 1 de réserve:

L'état major d'un bataillon se compose,

Officiers d'état-major	2
Adjudant	1
Quartier-maître	1
Chirurgien	1

Aide-chirurgien	1
Ecrivain	1
Total	7

Une compagnie a

Officiers	5
Sous-officiers	18
Tambours	4
Écrivain	1
Soldats	210
Total	238

Chaque bataillon a 4 compagnies, ce qui porte l'effectif à 959 hommes. Les 2 escadrons de pionniers ont 350 hommes. La force totale du génie est donc de 11,858 hommes.

VI. *Troupes n'appartenant pas à la ligne.*

Dans cette catégorie on doit ranger. 1° Les bataillons de garnison ; 2° les compagnies d'invalides; 3° les compagnies d'artillerie de garnison ; 4° les compagnies d'ouvriers militaires; 5° la gendarmerie; 6° le train. Pour leur donner un apparence d'existence on a réparti ces forces en brigades, qui sont censées former le corps d'armée de l'intérieur.

Les bataillons de garnison sont composées d'officiers et de soldats qui ne pourraient supporter les fatigues de la guerre; on y envoie aussi quelquefois des officiers par punition, mais ils y sont en très petit nombre. 55 de ces bataillous font un service sédentaire. Au temps du recrutement ils escortent les recrues jusqu'au lieu de leur destination, ils font la police et maintiennent l'ordre. Chaque bataillon, officiers compris, est fort d'environ 500 hommes, ce qui fait 275,000 hommes. 43 bataillons qui sont composés des hommes les plus valides, font une partie des corps du

Caucase, d'Orenbourg et de Sibérie. Si on regarde leur effectif comme de 976 hommes, et qu'on en déduise les non-combattans comme on l'a fait pour l'infanterie de ligne, on aura un total de 34,400 hommes, ce qui donne pour les 98 bataillons de garnison 51,900 hommes.

Les compagnies d'invalides se composent des hommes qui ne sont plus capables d'un service actif. Elles sont employées à l'administration intérieure des provinces et à celle des armées. Leur effectif étant de 100 hommes et leur nombre de 513, elles forment un total 51,300 de hommes.

L'artillerie de garnison se compose des artilleurs qui ont plus de vingt ans de service. Elle forme 16 brigades dont les compagnies sont réparties dans les places et les postes militaires, les arsenaux et autres établissemens de l'artillerie. Ces compagnies qui n'ont aucun complet réglé, ont 4 officiers et de 100 à 150 canonniers. Leur nombre n'est pas le même dans chaque brigade. On peut regarder cependant une brigade comme forte de 500 hommes; ce qui donne en tout 8,000 hommes.

Le nombre des *compagnies d'ouvriers militaires* qui sont distribués dans les arsenaux et établissemens est de 40 à 50; leur complet n'est pas fixé. Elles ont de 2 à 4 officiers. Si on les regarde comme fortes de 120 hommes, on aura 6,000 hommes pour 50 compagnies.

La *gendarmerie* se divise en impériale, provinciale, et locale. La première fait le service dans le palais impérial, et n'a qu'un demi-escadron. La seconde se compose de 5 régimens qui à la manière des brigades sont répartis dans les gouvernemens de Pétersbourg, de Moskou, de Witebsk, de Kief et de Kasan. La gendarmerie locale a 4 escadrons

dont 2 à Pétersbourg et 2 à Moskou. Il y a en tout 24 1/2 escadrons qui comptent 3,675 hommes à cheval.

Le *train* en brigades et en bataillons de 4 à 6 compagnies, de sorte que suivant ces forces un bataillon est chargé des transports d'une division de cavalerie ou d'infanterie, et une compagnie de ceux d'un régiment. Le personnel d'une compagnie se compose d'un officier et de 50 hommes ; il y a de plus 24 charriots et 90 chevaux de trait. Ces charriots transportent les objets d'administration, les vivres et les munitions. A chaque armée ou corps de réserve de cavalerie est attachée une brigade répartie entre les régimens et les batteries. Tout le corps se compose de 13 brigades dont l'effectif est de 13,000 hommes et de 24,000 chevaux. Les brigades ne sont réunies que lorsque les troupes entrent en campagne ou sont formées en camp de manœuvres. Le matériel est bon et léger. Il y a deux espèces de charriots ; les uns avec 4 roues et un timon, les autres avec un limon. Les premiers sont attelés de 4 chevaux, les seconds avec 3. Toutes les voitures sont couvertes d'une toile vernie.

VII. *Troupes irrégulières.*

Tous les écrivains qui ont parlé du nombre des troupes irrégulières de cavalerie de l'empire russe, se sont trompés dans leurs évaluations. Il est du reste fort difficile de donner des nombres bien exacts, car d'un côté les prétentions de l'empereur sont extrêmes, et de l'autre la passion pour les rapines qui possède les barbares composant cette cavalerie fait lever des tribus entières. On doit remarquer aussi que l'abus amène l'épuisement, et que les ressources de la Russie sous ce point de vue diminuent beaucoup.

Les campagnes en Saxe et en France ont coûté plus de

20,000 Cosaques ; et celles en Turquie et en Perse n'ont pas été moins meurtrières.

La cavalerie irrégulière se compose surtout de la population mâle des Cosaques qui habitent les rives du Don et du Wolga, les bords de la Mer Noire, la petite Russie, la Tartarie, et les autres contrées du nord de l'empire. On peut la considérer comme formant 160 *pulks* ou régimens, répartis de la manière suivante.

Les Cosaques	du Don	70	régimens.
id.	de Sibérie	30	»
id.	de la Mer Noire . . .	21	»
id.	de la petite Russie . .	18	»
id.	de l'Ural	10	»
id.	du Terek supérieur . .	3	»
id.	du Terek inférieur . .	3	»
id.	du Bog	3	»
id.	du Wolga	1	»
	Total . . .	160	régimens.

Le gouvernement russe a arrêté que le quart de cette force ou 40 pulks feraient le service annuellement. Ils sont employés à la garde des frontières de l'Asie. Mais si une guerre sérieuse éclatait en Europe ou en Asie, on pourrait les rappeler et en même temps on les remplacerait par la moitié du contingent ordinaire. De sorte que la Russie peut mettre sur pied 60 pulks de Cosaques. Et si on les compte à 500 lances, on aura 30,000 hommes, dont au moins 20,000 peuvent quitter le royaume.

Récapitulation générale.

Etat général des troupes d'après les documens officiels du gouvernement russe.

Infanterie, y compris les bataillons de garnison et les invalides	673,372
Cavalerie, y compris 30,000 Cosaques	119,546
Artillerie de campagne et de garnison	39,637
Troupes du génie et ouvriers militaires	19,051
Gendarmerie	3,675
Train	13,000
Total . . .	868,281

Mais si on déduit :

Les troisièmes bataillons des 186 régimens d'infanterie, qui sont dispersés dans les places fortes, ou employés aux travaux publics dans les colonies militaires	181,536	
Dans la cavalerie	18,976	
Les 4 bataillons des troupes du génie	3,904	290,744
Les non combattans, montant à 174 pour les régimens de la garde, et 574 pour chaque régiment d'infanterie de la ligne ; et 178 pour les bataillons du génie	73,333	
Le train	13,000	

Il restera pour le total de l'armée russe 577,537 hom.

A. de L.

BULLETIN.

L'ami du soldat, projet d'amélioration et traité complet d'organisation militaire, sous le rapport du personnel, du matériel et du budjet de l'armée; par le capitaine H. H. de Mauduit, *ex-officier du 5e régiment de la garde royale.*

Les hommes qui ont franchement adopté la ligne de conduite que semblaient avoir tracé les événemens qui ont eu lieu en juillet 1830, ne pouvant considérer l'armée que comme composée de citoyens qui, pendant un certain nombre d'années, se consacrent à la défense de la patrie, réclament des institutions militaires en harmonie avec la constitution. Ayant pour guide ce principe fondamental que tout gouvernement vient du peuple, et étant convaincus que c'est sur lui seul que doit s'appuyer le pouvoir qui veut avoir une longue existence, ils ne peuvent concevoir un système tendant à éloigner l'armée de son origine et à en faire un corps particulier dans l'état. A leurs yeux toute force, exclusivement militaire, est un mal qu'on ne peut tolérer, qu'en prenant en considération l'état dans lequel se trouvent les puissances qui nous environnent. Tout en rendant justice au dévoûment de ceux qui, par amour de la patrie, se donnent tout entiers au soin de la défendre, ils ne peuvent cependant comprendre qu'il soit nécessaire d'en faire un peuple à part, le plus souvent élevé dans des sentimens d'hostilité contre les citoyens, qui ne voudraient voir en eux que l'avant-garde, habile et intrépide, des défenseurs de la patrie et de la liberté. Aussi, tout en sentant qu'un budget de la guerre est nécessaire, réclament-ils continuellement contre son énor-

mité, parce qu'ils savent que la plus grande partie des fonds est employée, non à donner une existence honorable au personnel utile des défenseurs de la patrie; mais à entretenir une foule d'abus et de sinécures, à payer uue armée de non-combattans, et à d'autres dépenses dans lesquelles ne paraît pas dominer une sage économie.

Mais tout en désirant également améliorer le sort de l'armée, les divers écrivains sont souvent partis de principes différens. L'auteur de l'ouvrage dont nous rendons compte, sous-officier de la garde impériale en 1814, paraît être un champion décidé du principe monarchique pur. Il ne semble pas admettre que l'armée puisse être organisée ou employée autrement que sous le bon plaisir du monarque. La fidélité, *quand même*, à la personne du souverain, lui paraît le seul devoir de l'armée, laquelle, d'après ses idées, ne serait, en effet, qu'une espèce de garde royale et non une armée *nationale*. Cette fidélité qui a valu à l'auteur une injuste et honorable captivité, a dû cependant se trouver fort embarrassée entre ses nouveaux sermens au drapeau blanc et ses anciens sermens de fidélité au drapeau tricolore. On se demande par quelle faveur insigne l'auteur a été admis comme sergent dans la *vieille garde* à un âge où l'on était à peine admis conscrit dans la *jeune*. L'on aime à croire que malgré ses idées actuelles, sur le drapeau blanc de l'ancienne France, il saurait au besoin retrouver, sous son vieux drapeau tricolore, les inspirations de sa jeunesse pour combattre l'étranger, s'il osait jamais menacer l'indépendance de la France nouvelle.

Les vices de la constitution actuelle de l'armée sont tellement évidens, qu'ils ne peuvent échapper à ceux qui veulent sincèrement le bien de leur pays. Quelques-uns, non contens de déplorer les maux qu'une organisation aussi déplorable ne peut manquer d'entraîner, ont cru de leur devoir de publier les idées qui leur ont été suggérées par le désir de

remédier à de si grands abus. L'auteur de l'*Ami du soldat* ne s'est pas dissimulé qu'il s'attaquait à une entreprise difficile et bien capable de soulever contre lui l'inimitié de ceux qui, exploitant largement le *statu quo*, ne peuvent entrevoir qu'avec horreur tout ce qui tendrait à les déposséder. Mais loin d'avoir été arrêté par cette considération, tout-à-fait secondaire quand il s'agit du bien général, il a persévéré dans sa noble tâche; sans partager toutes les idées qu'il a émises, nous le félicitons cependant de les avoir publiées. Elles produiraient déjà un grand bien, quand même elles n'auraient d'autre résultat que de faire voir que l'armée commence enfin à comprendre que c'est par la presse seule qu'elle peut obtenir les améliorations qu'elle réclame.

Voulant autant que possible donner une idée générale de cet ouvrage, nous allons suivre rapidement l'auteur dans ses différens chapitres; et sans épargner le blâme quand il nous paraîtra qu'il a erré, nous lui rendrons pleinement justice quand ses idées nous sembleront bonnes, ne pouvant nous croire en droit de lui reprocher des opinions politiques qui sont chez lui la suite d'une conviction profonde.

La première chose dont on a à s'occuper quand on parle de l'armée, est la manière dont elle doit être composée. Le mode de recrutement est une question vitale. Tout en convenant, avec l'auteur, que le mode actuel est bon et tout-à-fait d'accord avec les idées généralement reçues, nous ne pouvons cependant regarder comme convenable la répartition qu'il propose pour le contingent, qui tendrait à mettre dans un même régiment tous les jeunes soldats d'un même département. Cette mesure qui avait été adoptée sous la restauration, à l'époque où on créa des légions, ne tarda pas à être abandonnée. On a remarqué avec raison, que dans les batailles sanglantes où souvent un régiment entier est anéanti, il arriverait qu'un département se trouverait dépeuplé d'hommes de vingt à vingt-cinq

ans. Un grave inconvénient serait encore d'isoler les différens corps en y laissant subsister cet esprit de province, si ennemi de tout perfectionnement.

En proposant de laisser chez eux un certain nombre de jeunes soldats, et de renvoyer dans leurs foyers tous ceux qui ont fait la plus grande partie de leur temps, l'auteur fournit le moyen de diminuer les dépenses, sans affaiblir la force de l'armée; car les exercices auxquels on pourrait assujettir ces hommes, à certaines époques de l'année, suffiraient et au-delà pour les empêcher d'oublier ce qu'ils ont appris, en sorte qu'ils rentreraient dans les cadres aussi bons soldats que s'ils n'avaient pas quitté leurs régimens.

Cependant on ne peut admettre comme fondés, les reproches que l'auteur adresse, dans ses considérations générales, à la réserve établie par le maréchal Saint-Cyr, sous le nom de *vétérans*. Cette institution, qui eût produit d'excellens résultats, n'a jamais existé que sur le papier. La restauration n'a pas voulu permettre que les vétérans fussent organisés en compagnies, bataillons et légions, craignant que ces vieilles bandes, composées en partie de soldats de l'empire, ne devinssent un obstacle contre l'esprit rétrograde qui dominait alors dans les conseils. En 1823, on crut devoir appeler les vétérans; mais au lieu d'en former des régimens à part, destinés à défendre les frontières et le sol de la patrie, ainsi que le voulait la loi de création, on les incorpora dans les différens régimens de l'armée. Alors des caporaux, des sergens, des sergents-majors, devinrent simples soldats, dans les mêmes compagnies où ils avaient commandé peu de temps auparavant. Un grand nombre de vétérans, décidés à ne pas se soumettre à cette indigne violation de la loi, ne voulurent pas rejoindre ou rentrèrent dans leurs foyers. On profita de cette circonstance, peut-être ménagée à dessein, pour abolir une institution vraiment nationale, à laquelle on sera peut-être obligé de revenir.

Le mode actuel de remplacement est reconnu vicieux et excite dans tous les corps de vives réclamations; il est même onéreux pour l'état, par l'extension des mesures disciplinaires et des frais de justice. L'auteur propose de faire verser par chaque remplacé, à la caisse des consignations, une somme de 1,500 fr. en temps de paix et de 2,000 fr. en temps de guerre. Cette somme serait inscrite au nom du remplaçant, lequel serait choisi parmi les meilleurs sujets des différens corps, dont la liste serait transmise annuellement au ministre de la guerre. Cette mesure déjà proposée aurait les meilleurs résultats. En général, le nombre des soldats libérés chaque année, dépasse beaucoup celui des remplaçans nécessaires; cependant, comme le contraire pourrait arriver, il serait bon de permettre la concurrence des remplaçans non-militaires, en se rendant plus difficile sur les conditions d'admission.

Un des chapitres les mieux sentis de l'ouvrage, est, sans contredit, celui consacré aux bureaux de la guerre, où l'auteur voudrait ne voir employer que des militaires depuis le ministre jusqu'au dernier garçon de bureau. Il frappe un peu fort, il est vrai, mais les coups sont bien dirigés, et il n'est pas étonnant qu'il ait soulevé quelques colères. Malheureusement ce sera tout ce qu'il produira : nous sommes courbés sous le poids de la *gérontocratie* et de la *bureaucratie*; vingt révolutions ne parviendraient pas à nous délivrer de ces fardeaux pesans qui nous ont été légués par l'empire, dont le prestige de gloire a disparu, mais dont on conserve avec soin toutes les traditions despotiques.

En s'élevant contre le nombre de nos généraux qui, s'ils étaient valides, pourraient commander les armées du monde entier, il nous semble que l'auteur n'a pas assez tranché dans le vif. Il admet pour le pied de paix cent lieutenans-généraux et deux cents maréchaux-de-camp. Si nous avions une guerre sérieuse, à quel nombre se monterait donc ce

total ? On voit que nous en aurions au moins autant qu'à présent, et nous retomberions encore dans le même abus. Quand on veut retrancher le bois mort, il ne faut pas craindre d'entailler le vif, l'arbre ne s'en porte que mieux.

Ce qu'il dit sur le corps d'état-major nous paraît fort juste ; il est impossible de n'être pas étonné en voyant un corps aussi nombreux d'officiers, créé tout exprès pour faire des aides-de-camp. Cependant l'expérience des campagnes, faites depuis la création de ce corps, a prouvé que les officiers-généraux voulaient avoir auprès d'eux des officiers de confiance et non des officiers imposés ; ce qui a forcé d'établir des officiers d'ordonnance, formant double emploi avec les aides-de-camp d'état-major. Nous ne voulons pas dire qu'il ne soit fort utile d'avoir un corps instruit d'officiers d'état-major ; mais pour qu'il soit habile, il le faut peu nombreux. En Autriche, où le corps d'état-major jouit d'une haute considération, il n'est composé que de cinquante officiers.

En voulant rendre aux ingénieurs géographes leur ancienne spécialité, l'auteur demande le redressement d'une injustice contre laquelle on ne s'est pas assez élevé. La réunion des officiers du génie géographe, qui n'avaient qu'un avancement extrêmement lent, avec les officiers du corps d'état-major, qui ont un avancement très rapide, a donné aux premiers un désavantage marqué et d'autant plus extraordinaire, que leur instruction et leur capicité en général était de beaucoup supérieure à celle des officiers avec lesquels on les amalgamait. C'est une violation de droits acquis, qui serait vraiment incroyable, si depuis quatre ans on n'avait tant vu d'actes semblables, qu'il est à présent impossible de s'étonner de quoi que ce soit.

Proposer de supprimer l'infanterie légère, qui n'a de léger que le nom, et dont l'organisation est identiquement la même que celle de l'infanterie de ligne, est-elle une

bonne mesure? Alors il fallait la vouloir tout entière. La création de bataillons tirailleurs, attachés à chaque division, est-elle chose bonne et utile? Alors pourquoi les réunir en régimens, puisqu'ils ne doivent jamais agir que par bataillons; c'est donc uniquement pour créer des places de colonels et des états-majors.

En général ce livre, ouvrage de conscience, n'atteint pas le but auquel il voulait arriver. Pour que des idées sur l'armée soient goûtées de ceux qu'elles intéressent, le principe d'économie doit dominer. Non de cette économie, qui n'est qu'une avarice sordide, mais de cette épargne sage et bien entendue qui arrive au but avec le moins de dépenses possible. Ainsi cent régimens sont trop à mon avis. Au lieu de deux bataillons et d'un cadre de dépôt, pourquoi ne pas leur en donner trois, on aurait ainsi une trentaine d'états-majors de moins, et c'est bien la peine d'y songer.

Vouloir que les régimens soient constamment formés en brigades et divisions, est une idée empruntée aux étrangers, mais qui est susceptible de produire les meilleurs résultats. Les généraux, au lieu de manger leurs appointemens dans leurs terres ou à Paris, seront constamment avec les troupes, et on y trouvera l'avantage d'arriver à la destruction d'une foule de petits abus, qui prennent naissance dans le despotisme si familier aux colonels.

Les modifications de l'uniforme, présentées par l'auteur, nous semblent raisonnables, ainsi que la mesure de porter la cartouchière sur le devant. Il suffit d'avoir assisté à un exercice à feu pour s'être convaincu des inconvéniens de la giberne actuelle.

Les idées émises sur la cavalerie, ont été inspirées par les mêmes réflexions qui avaient produit celles sur l'infanterie, et elles paraissent également raisonnables. Cependant il nous semble que les officiers sont encore trop nombreux.

Ainsi, deux officiers par compagnie d'infanterie sont bien suffisans en temps de paix, si on veut modifier ce ridicule réglement sur le service intérieur, qui semble n'avoir été fait que pour créer des occupations à des officiers dont on ne pouvait se dissimuler l'inutilité. De même dans la cavalerie, on pourrait supprimer, dans chaque escadron, le capitaine en second et un sous-lieutenant. Il ne doit jamais y avoir deux capitaines dans une compagnie, à moins que l'on ne puisse assigner des fonctions spéciales et distinctes à chacun d'eux.

L'auteur en traitant des compagnies de discipline, n'a pas abordé franchement la composition des conseils de discipline dans les corps, et la manière dont la justice y est rendue; ces tribunaux, qui devraient être des cours d'équité, ne prennent en général que des décisions de complaisance et de camaraderie.

Les chapitres les plus faibles de l'ouvrage, sont ceux consacrés à l'artillerie et au génie. L'auteur a manqué de notions suffisantes, et je crois qu'il aurait mieux fait de n'en point parler. Il paraît avoir ignoré complettement les nouvelles modifications introduites dans l'organisation des régimens d'artillerie en 1833. L'augmentation du nombre des régimens était devenue nécessaire, puisque les seize batteries dont ils étaient composés portaient l'effectif de guerre de chaque régiment à plus de 3,000 hommes et 2,000 chevaux. On a donc porté les régimens à 14, composés chacun de 12 batteries, formant sur le pied de paix un effectif qui dépasse 1,200 hommes et 600 chevaux. Augmenter ce nombre serait donner aux colonels une trop grande responsabilité, et nuire à l'instruction par les détachemens que l'on serait obligé de faire dans des lieux éloignés des écoles. La réunion des batteries à cheval pour former des régimens particuliers n'aurait aucune utilité, car c'est par batteries et non par régimens que se fait le service de l'artillerie à l'armée;

d'ailleurs toutes les batteries ont aujourd'hui leurs chevaux d'attelage, et, par la facilité du transport des canonniers sur les voitures, toutes doivent être également exercées aux mouvemens rapides.

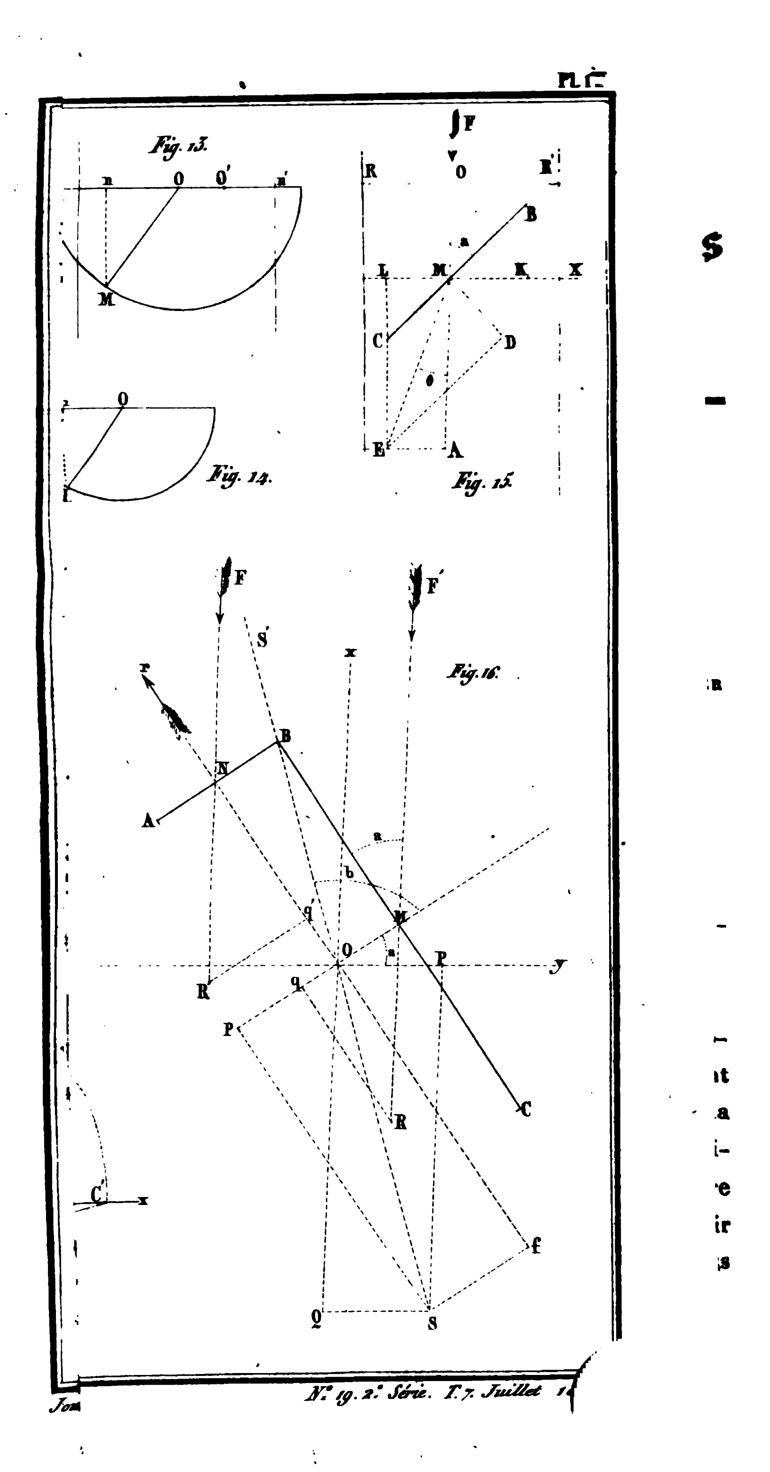
Les idées émises par l'auteur sur l'École Polytechnique et sur Saint-Cyr, ont trouvé de l'écho chez quelques personnes peu réfléchies. Cependant vouloir faire sortir de Saint-Cyr tous les officiers de l'artillerie du génie, serait vouloir détruire la supériorité reconnue de ces deux armes, dans leur spécialité, sur celles des autres puissances de l'Europe. Les officiers d'artillerie ne doivent pas être de simples tireurs de canons, ni les officiers du génie de simples faiseurs de tranchées. Les premiers sont chargés de la construction, de l'entretien et de l'emploi du matériel de guerre; les seconds, de la tâche importante d'élever et d'entretenir les fortifications qui assurent la défense de la patrie; or ces services ne peuvent être bien remplis, qu'après des études longues et difficiles, et avec la connaissance de théories que peu de personnes peuvent professer utilement. D'ailleurs, beaucoup d'élèves de l'Ecole Polytechnique, entrés avec l'intention de choisir une partie civile, se décident plus tard à servir dans les armes spéciales, et l'armée profite ainsi d'un grand nombre de sujets distingués qui eussent été perdus pour elle.

Vouloir que la solde des officiers les mette à même de vivre honorablement, c'est ce que réclament tous ceux qui veulent que l'armée soit indépendante; malheureusement ces idées ne seront pas de sitôt adoptées, et nous resterons longtemps encore l'armée la moins payée de l'Europe. On passerait encore sur ce grave inconvénient, si on avait l'espérance d'arriver, après de longs services, à un grade suffisamment rétribué. Mais il est loin d'en être ainsi. A moins de circonstances particulières, c'est à peine si l'on arrive,

à la fin de sa carrière militaire, au grade de capitaine. L'immense majorité des officiers se retire dans ce dernier grade, quelque soient d'ailleurs leur mérite et leur aptitude à passer aux grades supérieurs. Le seul moyen de remédier à cet inconvénient grave, serait de donner les retraites à un âge fixe, sans que rien puisse y faire déroger. Alors, à l'aide des tables de mortalité, et en supposaut qu'on n'arrive qu'à l'ancienneté, on saura, à un ou deux ans près, à quel grade on parviendra en entrant dans la carrière militaire, qui sera ainsi soustraite à un arbitraire qui n'a point de limites. Toutes les idées de l'auteur sur cet objet sont aussi les nôtres; nous différons cependant avec lui en un seul point. Nous voudrions qu'aucun grade ne fut exempt de retraite. Alors on ne verrait plus, comme on le voit journellement, faire passer au grade de maréchal-de-camp des officiers physiquement incapables de rester colonels; afin de prolonger, par une honorable sinécure, une carrière militaire plus que terminée.

Après avoir ainsi présenté un aperçu rapide des idées principales de l'auteur, nous ne croirions pas lui avoir rendu toute la justice qu'il mérite, si nous ne le félicitions hautement du travail qu'il a publié. C'est œuvre méritoire que d'élever la voix, quand tout le monde reste muet, et nous ne doutons pas qu'il ne trouve dans l'expression de la reconnaissance de ses anciens camarades un large dédommagement à toutes les tracasseries que pourra lui susciter sa franchise toute militaire.

A. DE L.


Fig. 13.
n
O
O'
n'
M
Fig. 14.
O
I
Fig. 15.
F
O
R
R'
B
a
L
M
K
X
C
D
θ
E
A
Fig. 16.
F
F'
S'
x
p
B
N
A
a
b
q'
M
O
a
P
y
R
q
P
R
C
C'
x
f
Q
S

à la
me
que
ser
inc
fixe
tab
cier
par
ain
Tou
nou
dri
ne
au
inc
hor
ter
pri
tou
me
lev
dou
nai
mé
chi

JOURNAL



DES ARMÉES DE TERRE ET DE MER.

APPLICATIONS.

EXPÉRIENCES

SUR LA FABRICATION ET LA DURÉE DES BOUCHES A FEU EN FER ET EN BRONZE.

(Suite.)

CHAPITRE III.

VALEUR INTRINSÈQUE DES DIFFÉRENS MÉTAUX EMPLOYÉS A LA FABRICATION DES BOUCHES A FEU.

Nous venons d'exposer les expériences qui sont venues à notre connaissance sur la durée des bouches à feu. Elles laissent encore des lacunes pour bien connaître le métal à canon ; car la plupart ont été le produit du hasard, et les autres ont été dirigées vers un but déterminé. Cependant elles font déjà connaître quelques vérités, et détruisent plusieurs préjugés. Pour établir le point où en est aujourd'hui la science des fondeurs, nous nous

permettons les conclusions suivantes des expériences faites et citées ci-dessus.

1° *Bouches à feu en fer forgé.*

La fabrication de cette espèce de bouches à feu est difficile en grand et pour les gros calibres ; mais elle n'est pas impossible. Les grands cylindres des machines à vapeur que l'on forge d'une seule pièce avec succès à Roscoë, place près de Liverpool, en Angleterre, qui ont besoin d'une grande solidité, de quatorze pouces de diamètre et d'une longueur de neuf pieds, en sont une preuve évidente. On peut donc espérer que la proposition de la compagnie Etienne, dont il a été parlé plus haut, procurerait une grande supériorité, qui ne le céderait en rien à celle des bouches à feu coulées.

Le peu de dureté des bouches à feu en fer forgé, comparativement à celles en fer coulé, dans celles fabriquées au moyen de cercles, peut se corriger en employant pour l'âme de fortes bandes de fer. Dans tous les cas, le fer de ces pièces est toujours plus dur que le bronze, et l'on a encore l'avantage de choisir les bandes d'un fer aussi dur qu'on le veut, et d'une dureté égale pour tous les calibres, tandis que celle du bronze est difficile à modifier, et dans les plus grands calibres où il doit avoir plus de résistance, il en a précisément moins que dans les petits ; l'oxidation qui agit plus puissamment sur les pièces en fer forgé que sur celles en fer coulé, n'est pas non plus un obstacle à l'emploi de celles-ci, pourvu qu'elles soient sans défauts.

Mais lorsque quelques personnes pensent que par la raison que le canon de fusil est d'un entretien facile, et qu'on peut aisément le garantir de l'oxidation, il en doit être de même des canons en fer forgé, la conséquence n'est pas exacte, car il y a de la différence de l'un à l'autre pour le poids et pour la manière

dont la culasse est fermée. Cependant, avec quelques précautions, il serait facile de les préserver de la rouille. Au surplus, nous avons vu des pièces de cette espèce restées pendant des siècles sur des remparts et même enfouies dans la terre, et qui n'ont pas été sensiblement dégradées par la rouille.

Une objection qui paraît beaucoup plus grave contre les bouches à feu en fer, est puisée dans la difficulté que l'on éprouve dans leur fabrication en grand, ce qui permet de douter qu'elle puisse jamais suffire à tous les besoins (1).

Quand on voit combien l'on a de peine à trouver des lames sans défauts pour la fabrication des canons de fusil (2), lors même qu'elles ont été préparées avec soin, et combien il se trouve encore après cela de ces canons remplis de pailles ou de gerçures; lorsque l'on sait combien il est difficile de lier ensemble des pièces d'un fort échantillon sans qu'il y ait quelque soulution de continuité qui permette plus tard à la rouille ou au feu d'y pénétrer; combien il est difficile de découvrir ce défaut par des épreuves ou autrement, et combien enfin, dans les fabriques, les ouvriers sont négligens et les surveillans peu soigneux, on convienda qu'une bouche à feu en fer forgé, qui doit subir les épreuves les plus rigoureuses, ne donnerait pas encore, lors même qu'elle y satisferait complètement, toutes les garanties nécessaires, et ce succès ne suffirait pas pour adopter la fabrication en grand de ces sortes de pièces (3).

(1) On les fabriquerait aussi facilement et en aussi grande quantité que les ancres, si on voulait former un établissement pour ce genre de travail. *(Note du traducteur.)*

(2) Ces peines n'ont pas lieu quand on emploie des fers comme ceux de Porrentruy qui ne donnent que 1/2 pour cent aux épreuves. *(Note du traducteur.)*

(3) On ne conçoit pas cette objection de l'auteur :
Les difficultés qu'il redoute n'existent pas et il serait aussi facile d'établir cette fabrication que toutes les autres déjà formées sous la surveillance des artilleurs français.
(Note du traducteur.)

2° *Bouches à feu en fer coulé.*

Ces bouches à feu ont une dureté suffisante lorsqu'on ne se sert pas à dessein d'un fer trop mou. Nous en avons vu soutenir le tir de trois mille coups, sans que les battemens ou logement de boulet les aient mis hors de service. Lorsque le fer qui les compose est d'une qualité cassante à chaud, la rouille ne peut s'y attacher que par une coupable négligence ; car avec un peu de soin on peut les en garantir. Cependant il est dangereux de s'en servir si l'on n'a préalablement la précaution d'enlever cette rouille s'il y en a. C'est ce que semblent indiquer les pièces qui ont éclaté à Colberg.

Les bouches à feu coulées avec un fer d'une bonne qualité ont une tenacité suffisante pour soutenir le tir auquel elles sont destinées. Elle est souvent beaucoup moindre que dans le bronze, et elle est encore affaiblie par les fortes épreuves ; mais son intensité dépend d'un grand nombre d'influences peu connues, dues aux parties constituantes du métal et à l'opération du coulage. Un vice principal tient à son affaiblissement par un tir répété, ce que nous attribuons à un manque d'élasticité.

Souvent des bouches à feu éclatent après un petit nombre de coups, ce qui peut provenir d'un manque de cohésion. Mais d'autres fois elles résistent à un très-grand nombre, et paraissent extérieurement sans la moindre altération et sans rouille, et puis éclatent inopinément sans que la cassure, parfaitement saine, fasse soupçonner aucun motif de cet accident. La cohésion a donc été diminuée peu à peu ; ce qui nous paraît provenir, comme nous l'avons déjà dit, d'une trop faible élasticité du fer coulé ; et comme c'est ici le mal qui se fait sentir beaucoup plus dans les pièces en fer que dans celles en bronze, il est nécessaire, pour le faire disparaître, que l'artilleur et le fon-

deur y mettent, chacun de son côté, une attention particulière.

Il sera fait mention plus tard des précautions à observer dans le choix du minerai, dans la manière de le traiter et dans le coulage. Seulement qu'il nous soit permis de dire quelques mots sur les points où l'artilleur pourrait être en opposition avec le fondeur, sans nuire à l'objet que ce dernier doit avoir en vue.

Premièrement, les proportions des bouches à feu en fer, semblent devoir subir quelques modifications. Déjà chez quelques puissances on ne leur donne plus des dimensions au-dessus de celles que l'on donne aux bouches à feu en bronze ; mais toutefois on leur a assigné des proportions spéciales ; on a augmenté leurs diamètres vers la culasse, et de cette manière on remédie à la faible résistance du métal, mais non à son manque d'élasticité.

Nous voyons que les corps qui ont le plus d'élasticité, comme les disques, les baguettes, etc., la perdent lorsque leurs dimensions ne sont plus uniformes, et qu'elles changent brusquement. Toutes les pièces ajoutées, les arrêts tranchans ou toutes interruptions dans leurs dimensions, dérangent leurs vibrations. Plus elles ont de liberté, moins elles sont nuisibles à la cohésion des corps vibraux.

Il semble donc convenable de supprimer dans les bouches à feu en fer, toutes les moulures extérieures, surtout ce lourd bourrelet placé en avant de la volée, et peut-être aussi de changer la forme du cul-de-lampe en demi-sphère, afin de supprimer l'arrêt tranchant de la plate-bande, et enfin de donner à la pièce un diamètre allant insensiblement en diminuant vers la volée.

Des épreuves faites en Prusse avec des canons de 12, ont prouvé que les moulures et ressauts de métal sont nuisibles à la

résistance des pièces, lorsque leur élasticité n'est point suffisante. Un de ces canons éclata dans un tir soutenu, après un petit nombre de coups tirés avec la charge de 5/12 du poids du boulet, et déjà vers le milieu du tir le bouton s'était détaché, quoique la pièce n'eût manifesté extérieurement aucune dégradation. Il est probable qu'ici la force de cohésion n'a été détruite que par les vibrations du métal. Cet effet destructeur aura agi également sur les parties saillantes de la culasse aux tourillons, et partout où la vibration n'aura pu avoir son essor.

Une deuxième considération encore plus importante, est, la plus grande force de la poudre de guerre d'aujourd'hui, qui agit plus puissamment pour la destruction de la pièce que pour chasser le projectile.

Nos plus nouvelles bouches à feu ont incontestablement plus de tenacité que les anciennes : quelques essais et la seule inspection de la cassure des dernières, qui est presque noirâtre, et qui n'offre que des soufflures grossières, le prouve suffisamment; aussi l'on manifeste généralement le désir de voir refondre les anciens canons, lors même qu'ils ne présentent aucune trace de dégradations provenant de la rouille. Néanmoins les chroniques anciennes ne font aucune mention de ces accidens malheureux si fréquens aujourd'hui avec des canons en fer. Sans l'explication que nous venons de donner sur la force de la poudre, ce phénomène serait tout-à-fait incompréhensible d'autant mieux qu'autrefois la charge de poudre des canons était plus forte qu'aujourd'hui (1).

L'ancienne poudre à canon était mal mélangée, et le salpêre qu'on y employait, raffiné une seule fois, contenait beau-

(1) En 1808, M. le général Eblé éprouva comparativement de la poudre neuve avec de la poudre qui avait plus d'un siècle, cette dernière eut l'avantage sur la poudre nouvelle.
(Note du traducteur.)

coup de sel marin, du sulfate de soude, de l'alun et d'autres matières étrangères qui, dans les efforts que l'on faisait pour obtenir de gros cristaux, devaient s'y trouver engagées en quantité assez considérable. Selon les anciens écrivains, le salpêtre le plus mauvais était assez bon pour la poudre à canon; il n'y entrait qu'à raison de 66 p. 100, et la poudre n'était battue que huit à douze heures, tandis que celle à mousquet, qui ne valait pas à beaucoup près notre poudre à canon d'aujourd'hui, contenait 70 p. 100 de salpêtre plus raffiné, et qu'elle était battue dix-huit à vingt-heures (1).

La faible résistance des bouches à feu françaises d'aujourd'hui, et dont nous avons parlé plus haut, est généralement attribuée à la nouvelle poudre qui a un effet peu supérieur sur le boulet, mais qui en a un si destructif sur la pièce, qu'aucune bouche à feu en bronze n'est dans le cas d'y résister. On a aussi reconnu, comme on doit bien le penser, qu'une diminution de la charge atténue cet effet; mais elle ne le fait point disparaître, et elle affaiblit la portée.

Cette action destructive de la poudre nouvelle aurait plus d'effet sur les pièces en fer que sur celles en bronze, parce qu'un corps moins élastique sera plus affaibli par un choc spontané. Mais la vitesse de l'inflammation est aussi un caractère distinctif de cette poudre, vitesse qui obtient son *maximum* dans les sels métalliques des poudres fulminantes; le boulet est encore dans l'âme lorsque ce point arrive, ce qui fait que la pièce éclate.

Mais la poudre ordinaire à canon d'aujourd'hui, se trouve, relativement à l'ancienne, sous le rapport de la spontanéité de

(1) Les auteurs qui ont écrit depuis Tarlahlia jusqu'à Simienowitz ont varié le dosage depuis 60 jusqu'à 85 de salpêtre pour 100 de poudre. (*Note du traducteur.*)

l'inflammation, dans la même proportion et même dans une proportion plus élevée que celle du Bouchet, par rapport à elle. Il est bien possible que cette poudre ordinaire agisse d'une manière destructive sur la pièce en fer, comme agit la poudre du Bouchet sur la pièce en bronze, quoique plus élastique. Il serait donc convenable de faire des essais sur une poudre d'un grain plus gros et moins mélangé, avec une pièce en fer, afin de s'assurer si elle n'en serait pas moins attaquée, et si on ne pourrait pas diminuer la charge pour obtenir la même portée. Nous croyons au premier résultat, mais nous doutons du second.

Quant à l'opinion reçue que les pièces en fer éclatent plus facilement dans les temps froids que dans les temps chauds, les expériences connues sont loin de la confirmer. Nous considérons cette opinion comme un préjugé qui provient sans doute d'un fait analogue observé sur le fer forgé. Mais il y a une grande différence entre ces deux métaux. Nous avons fait connaître précédemment une expérience faite par un grand froid, où les essieux en fer de quatre canons en fer de campagne, se sont rompus, tandis que les canons eux-mêmes ont parfaitement résisté, bien que l'équarissage des essieux fût aussi fort que leurs épaisseurs de métal, qui était de 2. p 66 à la culasse, 1 p. 35 à la volée, et pour les essieux, de 2 p. 63.

Il en est de même de l'opinion fréquemment avancée que l'échauffement des pièces en fer, occasioné par un tir très-vif, provoque leur rupture ; aucun fait connu n'est venu la confirmer. Presque tous les accidens malheureux qui sont arrivés, n'ont eu lieu que dans un tir modéré.

On sait aussi que la plupart des artilleurs croient que les pièces en fer s'échauffent plus facilement que celles en bronze, et cela se trouve même énoncé dans l'un des meilleurs ouvrages sur la science de l'artillerie (*Rouvroy, premier volume, page*

373), tandis que le contraire a été prouvé d'une manière très-décisive. Il est donc permis de repousser des opinions reçues, qui n'ont pour elles que l'autorité du temps ou le préjugé.

3° *Bouches à feu en bronze.*

Ces bouches à feu doivent avoir été bien mal fabriquées, si la force de cohésion leur manque. Mais du moment qu'elles ont cette qualité, ce n'est pas un tir continuel qui peut la leur ôter, au point d'éclater. C'est plutôt par trop de dureté qu'elles pèchent. Jusqu'à présent les pièces de campagne paraissent satisfaire à toutes les conditions qu'on est en droit d'exiger, et dont il a été question plus haut, si l'on fait abstraction du prix élevé de la matière. Mais les pièces de gros calibre, au contraire, sont loin de pouvoir faire un service convenable. Il manque encore d'essais suffisans pour être en état de prononcer avec certitude quel remède il convient d'y apporter, et si une addition de zinc et un prompt réfroidissement pourraient contribuer à leur amélioration. On ne sait pas davantage à quoi attribuer le nón-succès de la coulée qui a lieu quelquefois, puisque l'on manque de données chimiques nécessaires sur la propriété de l'alliage.

Les essais qui ont été faits récemment sur l'alliage ternaire, n'ont pas fait connaître s'il pourrait être adopté pour métal à canon; mais la séparation du fer à chaque refonte n'est pas un motif de rejet, puisqu'on peut le remplacer chaque fois.

L'avantage d'une âme en fer dans les canons en bronze restera toujours si incertain, à cause de la dilatation inégale des métaux, que nous pouvons douter que ce procédé puisse jamais être adopté.

autre pays, lors même que pour donner les premiers résultats les circonstances sont égales. Nous devons donc poser en principe que tous les minerais ne sont pas également bons pour la fonte des bouches à feu, puisque la bonne qualité des pièces est plus assurée avec l'un qu'avec l'autre; mais comme nous avons reconnu la possibilité d'obtenir de bonnes bouches à feu avec du minerai ordinaire, nous devons considérer la qualité des minerais de choix comme relative et non comme absolue.

Mais si nous demandons sur quoi porte cette différence relative qui nous est démontrée, personne ne peut répondre d'une manière satisfaisante; car si nous comparons, par exemple, les analyses d'un bon minerai de Suède avec celles d'un mauvais, ou bien avec le minerai de fer brun et le minerai de fer rouge d'autres pays, nous trouvons la même proportion de fer dans les deux, souvent une égale quantité ou de cuivre, de soufre ou de manganèse, etc. (1). Ce n'est donc pas dans les combinaisons chimiques que nous devons chercher cette différence (2). Si nous voulons admettre l'opinion généralement reçue d'une qualité exclusive dans les minerais, et celle hautement soutenue que celui de Suède doit sa supériorité à ce qu'il provient de montagnes primitives, tandis que les autres viennent de montagnes secondaires, nous sommes contraints à rejeter la différence des produits sur le minerai.

Si nous recherchons dans la fonte une indication qui dénote sa tenacité, nous la trouvons dans sa couleur et dans sa structure. Plus la fonte est grise, plus elle est tendre; plus elle est blanche, plus elle est dure et tenace, cela est prouvé par toutes

(1) Il faut analyser exactement la fonte des meilleures bouches à feu et chercher ensuite à comparer dans les mêmes proportions. On réussira en combinant différens minerais et en ne regardant pas à quelques dépenses. *(Note du traducteur.)*

(2) On ne doit employer les combinaisons chimiques que lorsque les combinaisons naturelles sont indispensables. *(Note du traducteur.)*

les pièces qui ont éclaté, comparées avec celles de tous les pays où elles ont montré le plus de résistance, excepté celles coulées en fer de coke; celles-ci ont dans la cassure une couleur plus foncée, des fibres plus grossières, et néanmoins régulières et plates.

Le marteau étend le fer avec d'autant plus de facilité que la fonte est plus grise (1); mais plus il l'étend, moins il a d'élasticité.

D'après les essais faits en Suède, la fonte grise a beaucoup moins d'élasticité que la fonte blanche; par conséquent les bouches à feu coulées avec cette dernière résistent mieux, sous un double rapport, que celles coulées avec une fonte grise. Une très-longue série d'expériences faites sur une barre de fer de deux pouces d'équarissage, a prouvé d'une manière irrécusable que, dans tous les pays et avec tous les minerais travaillés au coke, comme avec le fer de charbon de bois, la cohésion du fer est d'autant plus faible que la cassure dénote une fonte plus grise. Les barres qui ont montré le plus de tenacité dans tous les établissemens, sont celles dont la cassure est semblable à celle d'un fer gris-clair.

Nous pouvons donc admettre comme prouvé, que la couleur du fer et sa structure, qui dépendent l'une de l'autre et varient ensemble; qui, lorsqu'elles sont plus grossières et moins compactes, indiquent une fonte plus grise, sont pour un œil exercé des indices certains de sa résistance. Il reste maintenant à savoir comment la couleur et la structure de la fonte seraient une condition de sa qualité. Déjà un simple examen superficiel suffit pour nous convaincre que toute fonte, à l'exception de celle qui est cristallisée et d'un blanc d'argent, est un mélange mécani-

(1) L'auteur s'est sans doute ici mal exprimé. *(Note du traducteur.)*

que d'une masse fondamentale passablement blanche, dure et solide, avec une substance d'un gris foncé de plomb, et l'analyse chimique prouve encore mieux la vérité de cette assertion. Si le fer contient beaucoup de cette substance grise, le mélange devient si intime que l'on ne découvre plus cette masse fondamentale d'une manière distincte, au moins à la vue simple, et son effet consiste en outre à rendre la couleur du fer moins claire selon sa proportion, puisque cette couleur est à-peu-près une moyenne arithmétique de celle des deux substances composantes. Si la substance grise est en si petite quantité que l'on puisse reconnaître, à la vue simple, la masse fondamentale blanchâtre, on appelle cette fonte *truitée*. Plus la première domine, plus sa structure peu dense et feuilletée se fait apercevoir, et plus elle déplace les grains fins ou très-épais, mais tranchans, de sa masse fondamentale. La substance grise est très-molle, on la broye très-aisément; la masse fondamentale est très-dure, cassante et peu friable. On comprend donc très-bien que la couleur, la structure et la dureté de la fonte ressortent de la quantité proportionnelle et de la plus ou moins parfaite combinaison des deux principales parties constituantes de cette fonte. On comprend aussi facilement que la tenacité de la masse fondamentale doit devenir d'autant plus faible qu'il s'introduit entre ses molécules des corps moins tenaces, plus friables.

Si l'on dissout la fonte dans des acides, la substance grise reste en suspension dans le liquide, sous la forme de feuilles d'autant plus grandes que le fer était plus gris.

Des essais faits au Creusot en 1790, et répétés souvent dans d'autres établissemens, prouvent que lorsqu'on refond la fonte grise dans des fours à reverbère ayant beaucoup de tirant, celle qui en provient contient moins de cette substance grise, et qu'elle est plus dure, plus tenace et plus claire.

Les meilleures bouches à feu sont donc celles qui, fabriquées d'ailleurs avec soin, sont coulées en fonte dite *truitée* ; et comme nous remarquons que dans la fusion du minerai la fonte qui en provient contient plus ou moins de parties grises, nous pouvons dire que ceux des minerais qui en absorbent le moins sont les meilleurs pour la fonte des bouches à feu, puisque lorsqu'il y en a de trop, on est obligé de l'extraire par une seconde fusion.

Si nous examinons maintenant les deux principales parties composant la fonte, nous trouvons que sa base est une substance métallique dont nous ne connaissons pas encore toutes les parties constituantes, mais qui n'est peut-être pas bien éloignée de l'acier fondu. L'autre partie est évidemment le carbone, par conséquent la fonte est un fer carburé, ou un alliage de fer et de carbone, qui a d'autant plus de dureté que le premier y domine davantage, ce qui constitue la véritable résistance de la fonte, tandis que l'autre l'affaiblit, ce qui est un obstacle à la bonne qualité de la fonte, qu'on ne peut malheureusement pas faire disparaître entièrement ; mais plus on réussit dans cette tentative, plus la fonte acquiert de qualité pour la fabrication des bouches à feu (1)

Cette observation n'a jamais été énoncée clairement ; c'est néanmoins le véritable principe sur lequel est basé le procédé de fonte et d'affinage de Grignon. L'arrosage avec l'eau, etc., n'ont d'autre but que de brûler le charbon libre qui s'est séparé du fer.

Les meilleurs minerais pour la fonte des bouches à feu, sont donc ceux qui, dans le traitement régulier du haut-fourneau,

(1) Ce principe est énoncé ici d'une manière trop absolue, car une fonte tout-à-fait blanche serait très-dure, à la vérité, mais aussi très-cassante, et par conséquent dépourvue de tenacité. La véritable difficulté est d'arriver au degré maximum de cette dernière qualité sans la dépasser. *(Note du traducteur.)*

absorbent le moins possible de carbone. C'est ce que font particulièrement les minerais de Suède employés à la fonte des canons (1), et qui traités dans des hauts-fourneaux, conduits par des procédés admis par l'expérience, donnent une fonte beaucoup plus blanche que le minerai magnétique. Celui-ci, de son côté, en produit aussi de plus blanche que si on lui ajoutait du fer spéculaire. Cependant pour avoir de la fonte blanche propre à la fabrication des pièces, il faut, avec l'autre qualité de minerai, en mettre dans le fourneau.

Mais les minerais de fer oxidé rouge, de fer brun et même de fer argileux (2), donnent dans le haut-fourneau une fonte toujours très-grise, et qui, pous la fabrication des bouches à feu doit être refondue au four à reverbère à grand courant d'air. Dans cette seconde fusion, il sera encore plus difficile d'obtenir une fonte d'une couleur convenable, que dans la première fusion d'un minerai qui la donne de lui-même.

Recherchons cependant les causes qui font que les mêmes qualités de minerais donnent des fontes plus ou moins grises, quoique traités de la même manière.

Nous pensons qu'on peut les déduire du principe suivant.

Par une marche régulière du haut-fourneau, la fonte est d'autant plus grise que les particules du fer dans le minerai seront plus abondantes et plus divisées, soit naturellement, soit mécaniquement : elle est d'autant plus blanche que le minerai est plus pauvre, et que les parties hétérogènes qui le composent sont plus intimement unies aux particules de fer : enfin, plus les parties métalliques sont oxidées et plus la fonte est grise. D'a-

(1) Ceci dépend aussi sans nul doute, de la qualité du charbon. Celui qu'on emploie en Suède provient de bois résineux qui, soit qu'il contienne plus ou moins de carbone que le charbon de bois ordinaire ou que le coke, se comporte, néanmoins, dans la combustion d'une manière qui doit lui être particulière. *(Note du traducteur)*

(2) Mine de marais.

près ces données, nous classerons ces diverses qualités de minerais dans l'ordre ci-après.

1° *Minerai acidulé* ou même magnétique.

Ce minerai contient non-seulement du fer peu oxidé, mais encore des parties oxidulées qui sont aussi cristallisées et plus ou moins en grains répandus dans un mélange de terre, de manière que les parties propres du minerai sont entièrement du pur oxide et de l'oxidule de fer à différens degrés d'oxidation.

2° *Fer oxidé* (*fer oligiste micacé*, *rouge.*)

Ce minerai est oxidé à un degré plus élevé que le précédent; à la vérité il présente encore des parties cristallisées et des particules de fer pur, isolées et non mélangées avec les parties terreuses qui pourraient les soustraire à la trop grande action du charbon; les autres parties seulement sont mélangées intimement avec ces parties terreuses.

3° *Fer oxidé hydraté* ou *mine des marais*, *fer argileux en pierre.*

Dans ce minerai, les parties ferrugineuses, indépendamment de leur oxidation, sont encore divisées par l'eau et par des terres avec lesquelles elles sont mélangées et très-adhérentes.

D'après ce que nous venons de voir, le minerai qui a les grains les plus gros et les plus riches parmi la *mine aimantée,* doit être le meilleur. Il est donc vrai de dire que ceux employés en Suède à la fonte des bouches à feu, et qui sont si vantés, *ne se distinguent chimiquement en rien d'essentiel* des autres dans leur composition spéciale, mais seulement dans leur structure mécanique, qui offre des cristaux beaucoup plus gros, si bien que la plupart cubent souvent plusieurs lignes. C'est ainsi que sont, par exemple, ceux d'Elgsio. On les trouve en morceaux d'un pouce à un pouce et demi cube, et par couches dans des masses de quartz, tandis que les autres sont mélangées dans leur gan-

gue, et la mine magnétique employée dans les fonderies, a un grain si fin, qu'on ne peut le distinguer à la vue simple.

Quant à la richesse du minerai, on objecte qu'il produit trop peu de scories, ce qui fait que le vent des soufflets le réfroidit trop facilement. Dans la pratique, cet effet sans doute a des limites; mais cela ne détruit point l'objection. Si l'on pouvait vaincre cette difficulté, le minerai de la Laponie, qui ne contient presqu'aucun gangue, deviendrait vraisemblablement le meilleur de la Suède pour la fabrication des bouches à feu.

Les substances hétérogènes que contient un minerai, et qui sont de nature à neutraliser plus ou moins l'affinité des parties métalliques du fer pour le carbone, rendent donc ce minerai encore plus propre à produire de la fonte de bouches à feu. Jusqu'à présent, nous admettons avec certitude le manganèse et le soufre parmi ces substances. Il serait donc à désirer que le minerai pour bouches à feu contint quelques parties de ces deux corps. Le minerai du Périgord, que Montalembert employait, contient tant de manganèse, que malgré le plus haut degré de chauffe du fourneau, il produit un bon fer blanc semblable au meilleur fer blanc de Suède. Par ce motif, il est très-susceptible des bouches à feu très-dures et très-tenaces.

En Espagne, dans la fonderie de Cavada, on emploie le minerai de Montecilio, qui produit un fer blanc cassant et aigre, ce qui fait croire qu'il contient beaucoup de manganèse. On l'a toujours fait entrer en partie dans la fonte des bouches à feu; mais en 1762, ayant voulu l'en exclure, celles qu'on obtint sans son secours durent être rejetées. Les barres d'épreuves coulées avec le minerai connu par excellence pour être si propre, en Danemark à la fabrication de l'acier, soutinrent les épreuves aussi bien que celles du fer qui donne les meilleures bouches à feu. Il est vraisemblable qu'un assortiment du fer spatique en

roche, mêlé avec notre mine d'oxide, donnerait un fer dur et tenace, en le tirant immédiatement du haut-fourneau. Il faudrait d'abord commencer par des essais. Le minerai en roche brune, au contraire, ne pourrait par son mélange donner de première fusion, la même qualité de fer, en ce que la réduction du minerai oxidé et oxidulé ne peut avoir lieu que par de fortes charges de charbon, ce qui d'ailleurs fatiguerait beaucoup le fourneau.

Une longue pratique a prouvé, en Suède, que le soufre agit d'une manière semblable au manganèse. Une substance minérale qui n'exige pas un trop fort grillage ou un assortiment de minerais sulfureux, peut toujours donner un bon fer et ce dernier minerai, ne manque nulle part. Peut-être parviendrait-on même à améliorer un minerai moins bon. Il suffirait pour cela, comme on l'a déjà essayé en Suède, bien qu'en petit, de jeter avant la coulée, sur le bain, des scories mêlées de plâtre, quoique l'addition de soufre soit avantageuse; néanmoins le plâtre active beaucoup l'oxidation du métal.

On n'a pas encore eu suffisamment occasion d'étudier l'influence d'autres mélanges. D'après des expériences faites en Suède et en Allemagne, une petite portion de cuivre paraît avantageuse; mais l'arsénic, le plomb et le phosphore sont nuisibles.

Nous avons eu occasion de voir du minerai d'espèces entièrement différentes, coulées dans plusieurs fonderies du pays. Cinq cents barres d'épreuve de dimensions entièrement semblables, ont été soumises au même appareil jusqu'à leur rupture. Les résultats, comme l'indique le supplément au traité en sept volumes du *Journal des sciences militaires*, page 142, confirme parfaitement notre opinion, que la fonte est d'autant plus dure et plus tenace que sa couleur est plus claire et son grain plus fin. Dans

toutes les fonderies, les barres les plus blanches ont montré une égale résistance. Il paraît donc évident que le tout dépend de la quantité de carbone qui s'y trouve contenue. Ainsi la principale difficulté est de laisser à nos minerais, par une opération plus ou moins compliquée, autant de carbone que peuvent en absorber les bons minerais de Suède.

b. *Du fer des bouches à feu.*

Avant de parler de la fabrication, nous devons parler du produit; car ce qui concerne ce dernier est l'objet principal vers lequel l'art doit diriger ses efforts.

Je cherchais à expliquer plus haut pourquoi le fer de fonte le plus blanc doit être le meilleur pour les bouches à feu : plus le carbone se séparera librement de la fonte, moins la force de cohésion sera dérangée. Toutefois on réussit difficilement dans le fer de coke à enlever entièrement la partie libre de carbone. Nous ne savons donc pas exactement comment se comporterait la fonte qui est d'un grain fin et blanc, dépouillée de carbone pur. Il serait possible que ce dernier, en se séparant, enlevât une partie de celui qui est combiné avec les parties métalliques, et qu'au lieu de laisser à la fonte sa dureté, il la rendît plus douce, parce que, dans ce cas, elle commencerait à passer à l'état de fer affiné. Une chose pareille m'est arrivée à la refonte d'un fer de guense par le charbon de bois, dans des fours à reverbère ayant beaucoup de tirant, et construits expressément pour l'emploi du coke, ce qui a paru prouver que le carbone peut très-facilement se consommer par le feu, et qu'alors le fer devient plus pur; mais il est prouvé qu'en général une fonte grise ne donne aucune bouche à feu de bonne qualité, et un fer truité n'est pas meilleur. Les Français veulent un fer *homogène*. Cette dénomination ne conviendrait proprement à aucune fonte, car

le fer même le plus gris ne l'est pas, au moins d'après sa structure; mais le fer truité est hétérogène dans sa couleur et dans sa structure. Cependant j'ai vu des bouches à feu françaises entièrement semblables à celles de Suède, qui étaient d'un fer truité, et que des officiers français déclaraient être *homogènes*. Par contre, le procès-verbal des épreuves faites à La Fère avec des pièces suédoises, attribue leur explosion soudaine à la nature de la fonte, qui est peu *homogène*; et certainement par cette expression on a entendu *truitée* (1). Aussi M. Roche dit, dans le *Bulletin des sciences militaires*, janvier 1819, que les bouches à feu ne devraient être ni d'un fer blanc ni d'un fer truité. Nous ne devons donc pas rechercher ce que les fondeurs français entendent par *homogène*.

Les bouches à feu anglaises fabriquées avec des gueuses en fer de coke sont plus chargées en couleur que celles fabriquées avec du fer de charbon de bois. On connaît encore trop peu sur le continent le traitement du fer au coke pour la fabrication des bouches à feu, pour que nous osions affirmer si ce combustible lui est favorable ou non.

J'ai eu la meilleure occasion, dans les mines dites Hutten, de Suède (2), d'étudier les signes qui dénotent le meilleur fer pour bouches à feu.

La fonte qui donne les meilleures bouches à feu, est celle qui étant refroidie en petits morceaux, est d'un gris-clair, d'un grain très-fin, et, aux points les plus éloignés de la surface, composée de petites facettes blanches qui paraissent être formées par la cristallisation, et présentent le luisant métallique,

(1) Ces renseignemens manquent certainement d'exactitude.

(*Note du traducteur.*)

(2) Espèces de hangards en charpente établis dans les montagnes où l'on exploite les métaux. (*Auteur.*)

tandis que les autres parties montrent seulement un luisant gras. Coulée dans un moule ouvert, cette fonte a une surface concave avec des côtes tranchantes et sans soufflures. Réfroidie en gros morceaux (et par conséquent aussi en bouches à feu), il se forme tout autour une couleur d'un gris-clair parfait, et donne un fer tout particulier, d'une texture mêlée. La masse principale présente un grain fin et blanc, contient des petits groupes séparés de graphite en forme d'étoiles, qui, lorsque le fer est très-bon, ont à-peu-près la grosseur d'une tête d'épingle, et qui, dans ce cas, sont répartis uniformément sur la masse, en plus petites portions. Cependant on voit à la surface de la cassure qu'elles deviennent plus grandes et plus épaisses vers les bords. Ces groupes ont quelquefois l'apparence de globules ellypsoïdes, cristallisées comme l'hematite. Les rayons de graphite doivent être tellement petits qu'on ait de la peine à les distinguer à la vue simple. S'ils sont plus gros, plus visibles, plus semblables à des feuilles, le fer est plus faible. La masse principale du métal de couleur blanche se dirige en forme de veines déliées et contournantes à travers les groupes noirâtres. L'acier attaque difficilement la masse blanche; il égrène, au contraire, très-facilement ces derniers.

La cassure fraîche hape très-fortement, et le doigt s'y attache comme s'il y avait des petits crochets. Une surface de ce métal travaillée au tour, a l'apparence d'un minerai concassé très-fin, en ce que les groupes de graphite se montrent d'un brun plus formé et plus profondément incrustés. Ce sont là les indices d'un bon fer pour la fabrication des bouches à feu. Plus les groupes noirâtres ressortent, moins le blanc qui se trouve dans les interstices est visible; plus la cassure est unie, et moins le fer est bon. Le plus mauvais se distingue aisément du bon; néanmoins les nuances qui distinguent une fonte d'une

bonne qualité d'une autre d'une qualité inférieure, sont très-délicates, et il faut un œil très-exercé pour les reconnaître sans le secours d'un échantillon bien connu, avec quoi on puisse le comparer. Il vaut toujours mieux avoir en réserve un morceau d'épreuve d'un bon fer, pour mieux établir cette comparaison. La différence avec un médiocre se fera alors aisément remarquer.

Pour ce qui est du reste des opérations relatives à la fabrication des bouches à feu, ce qui se pratique en Allemagne, en France et dans les Pays-Bas, est entièrement conforme à ce qui a lieu en Suède. On suit la même méthode pour toutes les espèces de fer de charbon de bois; de manière que sans égard à la nature du minerai, on compare les pièces d'épreuves entre elles et l'on peut se fier aux indices que procurent ces épreuves comparatives.

c. *Du coulage par le moyen du haut-fourneau.*

Comme on se sert actuellement de hauts-fourneaux dans tous les pays du continent et en Angleterre, pour la fonte des bouches à feu, il ne peut être ici question que des hauts-fourneaux de Suède.

Dans ce pays, les pièces de petit calibre sont coulées au moyen de petits fourneaux, et celles de gros calibres au moyen de deux de ces fourneaux accouplés. On les dirige de telle sorte qu'ils peuvent être percés tous les vingt heures au plus tard; car on ne tient pas pour bonne la fonte qui est restée longtemps en fusion. Si le fourneau n'a qu'un seul courant que l'on doive couler d'une manière inattendue, et que la masse de fonte qu'il contient ne soit pas suffisante pour le moule d'une bouche à feu, on bouche aveo de la terre, et on laisse aller le fourneau pendant trente heures.

On a maintes fois éprouvé en Suède que les bouches à feu coulées dans les commencemens de la mise en activité des fourneaux dans les quinze premiers jours, ne soutiennent pas les épreuves, ce qui s'explique facilement; car dans ce période de temps l'on obtient toujours de la fonte grise. Cela provient de ce qu'on place alors la mine sur la sole pour amener le fourneau à la température convenable. Cependant nous avons trouvé dans plusieurs ouvrages qui traitent de la fonte des métaux, que dans bien des cas, l'on a coulé des bouches à feu trois jours après la première fonte; mais cela n'a plus lieu aujourd'hui où des épreuves plus rigoureuses feraient éclater ces pièces d'une fonte d'ailleurs trop grise.

Quant au choix du minerai, de sa nature et de son grillage, nous en avons déjà parlé plus haut. Il est concassé en morceaux et non en poussière, parce que l'on a remarqué que la fonte, dans ce cas, devient plus tendre.

On ajoute au minerai des caffuts ou de la fonte cassée en morceaux, afin d'avoir toujours à-la-fois, autant que possible, la quantité de fonte nécessaire. On pense d'ailleurs, par ce moyen, améliorer la qualité du fer. Cette addition de fonte va souvent jusqu'à 10 p. 100 du minerai. Lorsque dans le cours d'une fonte de marchandises ordinaires, on veut couler des pièces, on cherche dans le hangar de l'usine où se trouvent les vieilles fontes, celles qui sont destinées à cet usage. Dans l'une de ces fontes de bouches à feu, j'ai vu mettre sur six cents livres de minerai, cent vingt livres de caffuts, pour la fonte desquels, d'après l'expérience faite en Suède, il faut presqu'autant de charbon que pour celle de quarante livres de minerai.

La fonte qui en résulta fut trouvée trop grise; aussi l'on évite présentement de couler accidentellement des bouches à feu dans une fonderie où l'on coule d'autres objets en fonte, ou bien,

si cela devait avoir lieu, on sacrifie plutôt une journée dans le but de faire marcher le fourneau d'une manière convenable, par un nouveau changement et par l'augmentation du minerai. Cette addition de caffuts était également en usage en Espagne et en Allemagne dans la fonte des pièces, par le moyen des hauts-fourneaux.

Pour obtenir en Suède une fonte suffisamment blanche du minerai reconnu propre à la fabrication des bouches à feu, on a besoin de conserver au fourneau une marche très-régulière, en augmentant graduellement la chaleur, mais sans dépasser la limite connue, ce qui conduirait à une trop forte oxidation de la matière. Si l'on est tombé dans cet excès par une marche trop active du fourneau, on ne coule pas des bouches à feu.

On avait tenté autrefois de s'approcher plus qu'aujourd'hui d'une chauffe très-forte; mais les bouches à feu étaient devenues trop dures pour supporter les travaux ultérieurs de la fabrication, et leur résistance ne se trouvait pas proportionnellement accrue pour qu'elle pût compenser la grande difficulté de la fabrication, et le danger de trop charger les fourneaux.

On les charge encore aujourd'hui plus fortement pour les gros calibres que pour les petits : mais soit à cause des changemens de l'atmosphère, qui exercent sur ceux qui ne sont élevés que de vingt-huit à trente pieds, une grande influence, soit à cause de la faiblesse des soufflets qui, par les variations du réservoir d'eau agissent inégalement, soit enfin par l'inattention des ouvriers toujours indécis, la marche du fourneau est variable, et l'on obtient, par suite, la coulée des pièces qui diffèrent dans la cassure, dans la tenacité et dans la dureté. L'on doit donc cesser entièrement lorsque le marché pour une fourniture est si précis que le rejet d'une livraison tout entière dépend de la conduite de chaque pièce pendant le cours des épreuves.

Dans des fourneaux plus élevés, avec des machines soufflantes plus régulières dans leur action, comme celles mues par la vapeur, et avec des ouvriers plus instruits et plus habiles, la fonte ne devrait donner que des bouches à feu de bonne qualité et toujours semblables.

C'est par les signes ordinaires connus aux ouvriers que l'on règle la marche du fourneau, c'est-à-dire par l'inspection de la flamme de la tympe (1), de celle du gueulard, et à l'examen du bain, mais particulièrement aux scories, qui sont un indice certain quoique local de ce qui se passe dans le fourneau, et qui indique de la manière la plus claire si l'on doit ajouter ou non du minerai. Un moyen également sûr est la barre d'épreuves. En Suède, ses dimensions sont d'un pouce 9 lignes d'équarissage. Si la marche du fourneau a été bonne, la cassure doit présenter un point blanc à chaque angle; si son allure a été la meilleure possible, les parties blanches des coins se rapprochent tellement qu'il ne reste qu'un noyau gris, de forme circulaire tangent aux quatre côtés, et alors cette barre soutient les plus fortes épreuves. Si le noyeau gris est plus petit, elle résiste moins. Dans ce cas la bouche à feu est encore meilleure; mais elle est trop dure pour être travaillée, particulièrement aux tourillons. Par suite de cela, on s'en tient à la fonte dont le noyeau gris dans la barre d'épreuve est tangent à ses côtés, et l'on ne change rien à la charge du fourneau qui l'a fournie. On pourrait peut-être aller plus loin, sans nuire à la résistance des pièces, et donner à la barre d'épreuve deux pouces un quart au lieu de deux pouces d'équarissage, et regarder la largeur du noyeau comme la condition à laquelle le minerai doit satisfaire. Plus les coins blancs de la barre d'épreuve (qui doit toujours être

(1) Pierre en avant du *creuset*.

cassée vingt-quatre heures après qu'elle aura été coulée) seront petits, plus on doit ajouter de minerai à la charge.

Au surplus, la comparaison des barres d'épreuve coulées chaque jour, prouve que la marche des fourneaux peut beaucoup changer d'un moment à l'autre. Il arrive même souvent que de deux coulées consécutives, obtenues d'un chargement semblable, l'une est d'une fonte très-grise, et l'autre d'une fonte blanche. Cette différence extrême vient de ce que la conduite du fourneau a été différente et irrégulière.

Lorsqu'on veut obtenir en Suède de la fonte ordinaire pour les machines qu'on livre au commerce, la charge du fourneau se distingue essentiellement de celle qu'il doit recevoir quand on veut en obtenir de la fonte de bouches à feu. On grille plus fortement le minerai, on en active autant que possible celui qui contient du soufre; on se sert de fer oligiste de mine aimantée, facile à réduire en petits grains; on n'y ajoute point de caffuts et l'on chauffe davantage, afin d'avoir une fonte plus grise.

La bonne fonte pour bouches à feu coule lentement du fourneau; elle est d'une couleur rougeâtre, et elle jette des étincelles rouges.

d. *Du coulage par le moyen du four à reverbère.*

L'emploi des fours à reverbère ne saurait être avantageux en Suède où le minerai destiné aux bouches à feu fournit de lui-même une bonne fonte d'un gris pâle : une seconde fusion augmenterait inutilement les dépenses et les difficultés. Le fer des bouches à feu actuel y perdrait plus qu'il n'y gagnerait. Mais, d'un autre côté, l'usage des fours à reverbère avec d'autres minerais, ceux du sol prussien, par exemple, a quelquefois de

grands avantages sur celui des hauts-fourneaux pour la fonte des bouches à feu. Les plus importans sont les suivans :

1° L'artillerie peut elle-même diriger l'exécution des travaux, lorsqu'elle le juge convenable ; elle a ainsi l'occasion de faire des essais et de mettre à profit toutes les expériences. Elle se met par là plus facilement en état de connaître les améliorations à introduire dans la construction des fourneaux, pour perfectionner le travail du coulage. Elle ne se met point en opposition avec les propriétaires des fonderies et les autorités locales. Elle peut facilement réunir dans le même local des bouches à feu en fer avec celles en bronze, et par ce moyen diminuer le personnel et le matériel des établissemens.

2° On parvient plus facilement à couler de bonnes bouches à feu avec des fours à reverbère qu'avec des hauts-fourneaux ; car les premiers ne servent qu'à cet usage, tandis que les seconds doivent fournir d'autres objets de fonte, et que leur marche ne permet pas, souvent pendant des jours entiers, d'en couler aucune, ce qui oblige à partager l'attention sur différentes commandes (1). La fonte des pièces exige dans le moulage et dans toute leur manipulation un travail spécial tout particulier, qu'on ne fait bien que par la pratique; par exemple, les fonderies d'Allemagne n'ont pas toujours produit ce que leur minerai permettait d'en attendre. D'après l'opinion des ouvriers les plus expérimentés et les plus impartiaux, la cause provient de ce que les commandes sont toujours trop faibles et trop rares. Les chefs et les ouvriers sont à peine au courant, qu'il faut suspendre pendant longtemps des travaux que l'on ne peut décrire, et qui exigent de l'expérience.

3° On peut à chaque coulée et chaque jour fondre un autre

(1) Aujourd'hui en Suède les fonderies de canons ne fabriquent pas d'autres objets, et cependant elles travaillent constamment. (Note du traducteur.)

calibre. Si les besoins du service ne permettent plus de couler, on peut suspendre le travail sans inconvénient. On peut acheter ou employer la fonte que l'on veut, tandis que les hauts-fourneaux sont obligés d'employer le minerai qui se trouve sous la main.

4° On peut se passer des moteurs qui sont nécessaires dans les hauts-fourneaux pour les machines soufflantes, et par conséquent rester indépendans des variations auxquelles ils sont sujets. On n'a point ou peu à craindre les changemens de l'atmosphère, dont on peut éviter l'influence, ce qu'on ne peut faire avec les premiers.

5° On peut employer la fonte de la plus grande partie des minerais propres à faire des bouches à feu; tandis que dans les hauts-fourneaux il en est peu qui puissent s'assurer d'obtenir une bonne fabrication.

6° On a l'avantage de pouvoir refondre avec plus de facilité les masselottes et les vieilles bouches à feu, ce qui n'est pas toujours possible dans les hauts-fourneaux.

7° On peut éprouver la fonte deux fois, une fois comme matière brute, et une seconde fois comme matière fabriquée en bouches à feu.

Toutefois les dépenses qui ont lieu pour la fonte des pièces dans un four à reverbère, ne sont pas beaucoup plus considérables que celles des hauts-fourneaux. Le déchet et le combustible peuvent bien élever le prix des pièces d'un quart jusqu'à un tiers; mais c'est peu de chose à côté des avantages dont il a été question plus haut.

A la vérité, le fourneau à réverbère peut être construit d'une manière à absorber plus ou moins l'oxigène du fer; mais lorsqu'il est établi pour un degré déterminé et convenable de décarbonisation, il y a des moyens certains que nous expliquerons

plus loin, d'élever ou d'abaisser ce degré à volonté. Au reste, cela est de peu de conséquence; quand, par exemple, il est calculé pour un fer très-gris, la fonte blanche se dépouille elle-même trop fortement du carbone. Le cas contraire peut se présenter. Ainsi les fours destinés aux fers de charbon de bois n'enlèvent pas assez de carbone au fer de coke, et les fours construits pour ces derniers, rendent les premiers ordinairement gris, et produisent un fer demi-affiné d'Angleterre.

Pour agir avec sûreté, on doit donc éprouver chaque livraison de matières brutes, afin de s'assurer si elle n'est pas trop grise ou trop blanche pour le four à reverbère que l'on a à sa disposition. A la vérité, lorsque l'on coule quelque temps avec les mêmes fourneaux, l'on apprend à juger facilement la matière première qui leur convient, à la seule inspection qu'on en fait. Cependant cela ne saurait toujours donner une garantie suffisante.

A Liége et en France, on éprouve d'abord la matière brute, ainsi que nous l'avons déjà dit. Pour cela la fonte est, à son arrivée, cassée en morceaux, et on examine la cassure avec soin. On rejette celle qui est trop grise, poreuse, fortement luisante, et qui contient des feuilles de graphite, ainsi que toute celle qui a à sa surface des cavités ou des soufflures. On prend un morceau de chaque partie de fonte reconnu de bonne qualité, pour en fabriquer une *pièce d'épreuve*. Le tir de cette pièce a lieu en présence d'une commission d'officiers d'artillerie, qui en dresse un procès-verbal, et sur lequel on inscrit toutes les opérations de la fonte, en combien de temps elle a eu lieu, combien il en a fallu pour couper la masselotte, jusqu'à quelle profondeur elle l'a été; combien il a fallu donner de coups de marteau pour briser le moule; combien il a fallu de temps pour forer la pièce et pour percer la lumière, afin de juger d'après cela de la résis-

tance et de la dureté du fer. Après l'explosion de la pièce, on en examine les morceaux avec le plus grand soin, afin de s'assurer si des soufflures ou d'autres vices n'en ont pas accéléré la destruction.

On a nouvellement introduit à Liége, à côté de cette épreuve, celle des barres coulées avec des gueuses prises au hasard, et plus tard avec la fonte grise prise dans le bain destiné à la fabrication des pièces. Ces dernières barres ont beaucoup mieux résisté que les premières.

Dans les fonderies à canon d'Allemagne, que nous connaissons, on y traite le minerai pour la fonte de fer. Ainsi, avec quelque attention, on est déjà à l'abri des fautes que peuvent commettre les ouvriers employés aux hauts-fourneaux. Seulement l'artillerie y est étrangère; elle doit donc recevoir de confiance ce qu'on lui donne, ou bien trouver des garanties dans des épreuves rigoureuses. Mais il est à désirer, à tous égards, que l'on ne fasse usage que de fonte éprouvée..

La propriété d'un four à réverbère de décarboniser la fonte, dépend de la quantité d'air qu'il tire dans un temps donné, et de la manière dont la flamme frappe le bain de métal. La quantité d'air est ordinairement subordonnée à la nature du combustible. On ne pourra donc pas, dans un but particulier et avec un combustible déterminé, beaucoup modifier le rapport entre la grille et l'autel qui sert à établir le courant d'air. Mais en général, lorsque le tirant est trop fort, la fonte au coke en est moins altérée que celle au charbon de bois; car il paraît que la première abandonne son carbone plus difficilement que la dernière, ce qui fait qu'elle change moins. Un four construit pour la fonte au coke, ayant la sôle horizontale, dans lequel on fond deux fois la même fonte obtenue au charbon de bois, produit en définitive un fer spongieux et si dur qu'on ne peut plus

forer les pièces. Plus le tirant laisse de liberté à la forme de la sôle des fourneaux, plus le fer en fusion est frappé par l'air : ce qu'on peut changer à volonté. En général, voici la règle.

Plus on veut décarboniser une fonte, plus elle devra être soumise à l'action tournoyante de la flamme, unie à un air chargé d'oxigène; moins on voudra la décarboniser, plus il faudra la dérober à cette action. Le premier objet est rempli par une sôle inclinée; le deuxième par une sôle horizontale. Dans le premier cas, la fonte coule en gouttes le long de la sôle vers l'ouverture du foyer. Dans le second, elle tombe verticalement sur la sôle où se forme le bain.

L'expérience a prouvé que la sôle inclinée est préférable pour résoudre le fer au coke. Pour la fonte du charbon de bois (coak rcheisens), on a reconnu à Liége et à Sayn que la sôle horizontale ne permet à la flamme d'enlever seulement que le peu de carbone que la fonte brute a de trop. On y trouve encore le grand avantage que d'aucune manière une fonte affinée ne se mêle à la fonte brute, ce qui la rendrait, pour les fonderies qui n'ont point de fours d'affinerie, impropre au service, et le déchet est aussi moins considérable. En outre on peut, dans ces fours, donner à la fonte une température beaucoup plus élevée que dans les autres ; car dans ceux-ci le bain est plus profond, et dans les autres il est plus étendu ; dans ces dernières la flamme pénètre avec plus de facilité la masse du bain.

Nous croyons devoir joindre à ce mémoire le dessin du four établi à Liége et à Augsbourg, à cause de sa bonne construction. (Voir les planches.)

Une observation essentielle a été faite en Angleterre aussi bien qu'à Liége : le fer qui se trouve dans le bas de la sôle (dans le creuset) n'étant pas frappé par la flamme est moins chaud, par conséquent moins fluide que la couche du haut. Cependant

si la coulée avait lieu dans l'ordre naturel et comme l'indique l'usage, ce serait le fer le moins dilaté qui descendrait d'abord dans le moule et formerait la culasse, ce qui serait contraire aux véritables principes, et serait même une faute grave.

Pour remédier à cet état de choses, on perce deux trous au four à reverbère pour l'écoulement de la matière en fusion. On ouvre d'abord, pour la coulée, celui par lequel le liquide le plus chaud, celui qui est à la surface, doit s'échapper; et avant qu'il n'ait cessé de couler, on ouvre le second trou. Par là le métal du bas se répand dans le moule en même temps que ce qui reste de la couche du haut, ce qui en opère le melange. Si l'on se sert de deux fourneaux à la fois, on réunit préalablement la fonte la plus chaude des deux fourneaux, dans un bassin pratiqué en avant, et auprès des trous de la coulée.

Quand on veut, dans le four, apporter quelques légères modifications au procédé employé à la décarbonisation du métal, on ouvre pour quelque temps les portières, pendant que la matière est en pleine fusion; par là la décarbonisation est plus complète; on peut encore, pour le même objet, brasser le bain, afin de mettre toutes ses parties en contact plus immédiat avec l'air. Pour diminuer la même action, on jette sur le bain de métal, ainsi qu'on le fait à Liége, du coke bien allumé, qui absorbe l'oxigène de l'air, et qui donne en outre une très-haute température à la fonte.

On emploie pour cela des *escarbilles* de charbon de terre qui tombent dans le cendrier. On commence même par en répandre sur la sôle avant d'y introduire le fer. Elles reçoivent les premières gouttes du métal fondu, et elles s'élèvent avec le bain qui les rejette à sa surface. Par ce moyen, la fonte arrive bien plus promptement à la plus haute température possible

et le déchet en est diminué de moitié. Cette méthode est aussi en usage dans la fonderie de Sayn.

L'assortiment de la matière qui doit entrer dans le four est réglé sur la quantité de carbonne qu'elle contient. Lorsque la fonte brute est trop grise pour le fourneau qui doit la refondre, on y ajoute du fer qui a déjà été refondu plusieurs fois. On prend pour cela de vieilles bouches à feu, des masselottes, etc.

A Liége, cet assortiment est ordinairement composé de trois cinquièmes de fer cru, un cinquième d'anciennes bouches à feu de Suède (on en a un approvisionnement dans cette fonderie), et un cinquième de masselottes. On peut aussi y mettre de la ferraille : seulement le fer cru doit déjà être fondu quand on l'y introduit ; des oxides de fer, des battitures, des caffuts ou buchilles, fortement oxidés, etc., jetés dans le bain, sont utilement employés. Le salpêtre et autres matières semblables serait un moyen trop dispendieux ; mais on se garde bien d'y introduire des morceaux de fer attaqués par la rouille, car ils sont difficiles à mettre en fusion.

Enfin l'expérience a pleinement démontré que pour que les pièces aient toute la résistance possible, il faut couler très-chaud. On a remarqué, par exemple, dans la fonderie de Liége, que lors de la fonte de l'un des deux canons de 30 dont il a été question plus haut, et dont la culasse s'était détachée dans l'épreuve, la matière en fusion, par un accident arrivé au fourneau, s'était réfroidie à la percée du four, de telle sorte que lorsqu'on voulut le déboucher on eut toutes les plus grandes peines d'en faire sortir le métal. On en conclut avec raison que ce canon ne pourrait résister aux épreuves, et c'est ce qui arriva.

En Silésie, la voûte du fourneau s'écroula pendant la fonte d'un canon de 12, pesant vingt-quatre quintaux, et la coulée de la pièce fut plus lente que de coutume ; la bouche à feu

éclata dans l'épreuve. Un cas entièrement semblable s'est présenté en France.

Lorsque l'on coule des barres d'épreuve dans les échenos, espacés d'environ deux pieds, elles sont d'autant plus faibles qu'elles sont prises à des distances plus éloignées du trou de la coulée. Les barres prises aux points les plus rapprochés, sont celles qui résistent le plus ; mais celles qui sont coulées dans des moules où la matière doit être portée avec des pôches, sont beaucoup plus faibles que les précédentes. Toutes les expériences paraissent d'accord sur ce point, que le fer doit être très-chaud pour donner de bonnes bouches à feu.

Comme après le refroidissement il est difficile de reconnaître à la cassure le fer qui a été coulé à un degré peu élevé de chaleur, de même que celui qui a été refroidi d'une manière désavantageuse, il arrive fréquemment que les pièces coulées avec un bon fer, montrent une très-bonne cassure : tout dépend donc du coup de feu que l'on donne à la fonte, lequel on doit pousser jusqu'à ce qu'elle ait une couleur parfaitement blanche, sans mélange de parties rouges. On doit ensuite la faire couler très-promptement dans le moule, qui d'ailleurs doit être rapproché du fourneau le plus possible.

Dans la fonderie de Liége les rigoles sont éloignées du trou de la coulée de trois à quatre pieds seulement (1).

Malgré toutes les mesures de précaution, le métal qui entre d'abord dans le moule sera toujours le moins chaud, parce que bien que très-fluide à sa sortie, il perd de sa chaleur à son passage dans la percée et dans les échenos. On a donc eu une idée très-heureuse à Liége, en proposant de former de ce premier

(1) Cette distance pourrait sans doute encore être moins considérable.
(Note du traducteur.)

jet un boulet au bouton de culasse, ou plutôt aux quatre coins du moule, qu'on pourrait couper ensuite.

Pour ce qui est de la température précise à laquelle on doit couler, on la reconnaît lorsque le bain ne présente plus aucune lumière rougeâtre, comme on l'a dit plus haut. Le métal doit être, dans la coulée, d'une transparence parfaite ; à la vérité il n'y a que la pratique qui puisse donner le coup-d'œil nécessaire pour bien juger le point où il convient de couler ; mais on peut admettre que dans la plupart des cas, et pour une bonne marche du fourneau, le bain peut encore être chauffé pendant deux heures à deux heures et demie avant d'avoir la température convenable, parce qu'il y a moins d'inconvénient à le tenir trop longtemps en fusion qu'à l'y tenir trop peu. Il serait fort à désirer qu'un officier d'artillerie, connaisseur en cette partie, fût présent à chaque coulée, et qu'il l'observât attentivement, puisque l'allure du fourneau, la température du bain, l'écoulement de la matière, les accidens enfin qui peuvent survenir pendant la coulée (1), sont les véritables causes qui puissent expliquer les imperfections que le tir fait découvrir dans les pièces en fer. Si le fourneau chauffe d'une manière inégale ; si la fonte n'est pas à un degré de chaleur assez élevé ; s'il arrive quelque dérangement dans le travail de la coulée, etc., on peut compter avec certitude que les bouches à feu qui en proviendront, ne seront point susceptibles d'une longue résistance, lors même qu'elles résisteraient aux épreuves ordinaires.

Ainsi, on doit porter une attention particulière sur la chauffe : un engorgement sur la grille ou un chargement de charbon mal fait, peut occasioner de l'irrégularité dans la fusion du

(1) C'est ce qui a lieu en effet dans toutes les principales fonderies : un officier est chargé de rester près du fourneau pendant tout le temps de la fonte.

(Note du traducteur.)

métal, qui alors n'est plus égale partout, et ne reçoit plus la température nécessaire. On doit toujours conserver la grille couverte de combustible, et ne laisser jamais consumer entièrement la moitié de la charge avant d'en remettre une nouvelle, autrement la grande quantité qu'on est obligé de mettre à la fois, refroidit le four trop sensiblement. Il est donc essentiel de régler parfaitement la charge. Il serait peut-être avantageux de chauffer convenablement le combustible avant de l'employer. On doit avoir la précaution d'enlever ou d'éteindre le plus promptement les charbons embrâsés qui tombent dans le cendrier, afin que l'air qui entre avec force ne soit pas trop raréfié (1). Il est encore utile de placer sous la grille un bassin d'eau.

(La suite à un prochain numéro.)

---

(1) Cette crainte est sans doute mal fondée, puisqu'il est présentement question d'un système d'après lequel un air chaud alimentant le feu des hauts-fourneaux, présenterait de grands avantages. Nous donnerons à ce sujet une notice dans notre prochain article.

(Note du traducteur.)

2° Que toutes les parties qui se relèvent dans la continuité d'une chaîne quelconque, annoncent les points d'attache de quelques nouveaux embranchemens.

3° Qu'il y a une conformité inaltérable entre tous les embranchemens des montagnes, et les ramifications qui en composent le tableau hydrographique; que l'image détaillée des parties fluides conduit à l'exacte configuration des parties solides: en sorte que placé dans un point quelconque, l'on peut apprécier, par le volume des eaux qui s'y rassemblent, à quelle distance on se trouve de la chaîne principale d'où elles découlent.

4° Que plus les sources sont multipliées sur une chaîne quelconque, plus les sommités d'où elles partent ont d'élévation; que si ces sources sont plus rares, les montagnes d'où elles découlent sont inférieures; que cette analogie est constante et qu'elle résulte de l'attraction générale des neiges, des nuages, et de tous les frimats, qui se portent vers les hautes sommités, avec plus ou moins d'abondance, en raison de leur élévation. Ainsi, le même tableau hydrographique qui désignerait si bien les embranchemens des montagnes, pourrait aussi servir à une sorte d'appréciation estimative de leur hauteur (1).

La grande quantité d'eau qui afflue sur les montagnes du premier degré, a entraîné et entraîne successivement toute

(1) Les élévations, sur lesquelles ne cessent d'affluer les vapeurs qui se changent aussitôt en eau, par le contact d'un air plus chaud avec un air plus froid, sont les sources renouvelées et inépuisables qui fournissent à l'immense circulation du globe. Les eaux qui en découlent se sont frayées des routes; elles ont creusé des lits dont elles ont insensiblement réglé les pentes. Ces lits approfondis ont formé des ravins, qui ont engendré les fondrières, les gorges, les vallons, et successivement les grandes vallées. Mais les routes tracées par les eaux, en déblayant les terres, ont, dans leur nature, des différences marquées, suivant l'espèce des montagnes d'où découlent ces eaux. On verra comment ces différences peuvent influer sur les combinaisons militaires.

lieux élevés présentent des accès si difficiles, que la priorité de leur occupation fixe d'ordinaire le sort des guerres de montagnes. Une armée qui occupe ces positions est indélogeable, et il faut, pour la déterminer à changer le théâtre des événemens, exciter des diversions bien puissantes, ou bien arriver soit sur son flanc, soit sur ses derrières, ce qui ne peut se faire que par de longs détours.

50. Pour faire disparaître ces inconvéniens, et pour concilier en même temps les opérations extérieures avec les mesures de sûreté qu'on se propose, il faudra s'assurer, par des fortifications permanentes, la jouissance exclusive des positions, *réellement fortes pour l'occupation des montagnes* (1).

51. Mais ces fortifications ne vaudront principalement que par le choix des emplacemens. Nous allons prouver que ce choix doit être fait d'une manière différente dans les montagnes du premier degré que dans les montagnes du deuxième degré.

Nous avons dit en parlant de la connaissance du pays :

1° Que les chaînes majeures déterminent par leurs sommités les points de partage d'où les eaux se distribuent de part et d'autre ; que de ces chaînes principales se détachent des chaînes secondaires, se prolongeant en différens sens ; que de celles-ci partent encore de nouvelles branches desquelles se détachent des rameaux ou des contreforts plus ou moins prolongés, et qui dans leur ensemble (2), diminuent de hauteur à mesure qu'ils s'éloignent du tronc principal ;

(1) Nous disons *les positions réellement fortes* pour l'occupation des montagnes ; afin de distinguer les positions qui, par leur rapport avec les autres montagnes, ont une influence sur le sort du pays, des positions assez communes qui n'ont de force que par rapport à elles-mêmes.

(2) Nous disons *dans leur ensemble*, parce que de temps en temps les chaînes secondaires se relèvent tout d'un coup.

point aussi forte sur les chaînes de montagnes du deuxième degré, ces eaux n'entraînent point autant de terres, et les routes qu'elles se frayent ne forment jamais des ravins aussi profonds à leur commencement. D'ailleurs, le nombre des chaînes qui s'attachent aux montagnes du deuxième degré, n'étant point aussi considérable que celui des chaînes du premier degré, qui sont pour ainsi dire les racines de la grande charpente du globe, il en résulte que les montagnes du deuxième degré offrent bien moins de ces points relevés qui marquent l'embranchement de quelque nouvelle chaîne. Ces points sont aussi bien moins escarpés qu'ils ne le sont dans les chaînes de montagnes du premier degré ; parce que l'eau creuse bien moins les ravins qui entourent les sommets des montagnes du deuxième degré, et que leurs sommités pierreuses, qui sont ordinairement de chistes ou de pierres calcaires, se laissent miner plus également par les vapeurs, que ne le font les granits placés au sommet des montagnes du premier degré. Par toutes ces causes, les sommets des montagnes du deuxième degré sont sillonnés moins fortement que ceux des montagnes du premier degré; ils sont souvent ondulés et quelquefois même plats, ce qui fait que l'on peut assez souvent traverser les montagnes du deuxième degré, en suivant d'autres directions que celles des cols, et que les chemins qui suivent ceux-ci ne sont même pas toujours les débouchés les plus faciles.

Nous avons fait voir pourquoi les sources d'eau qui se trouvent sur les chaînes de montagnes du premier degré, forment dans le commencement des ravins impraticables. Ces ravins sont tellement étroits, que l'impossibilité d'ouvrir des débouchés, ailleurs qu'à la mi-côte des escarpemens qui les forment, rend les cols point de direction forcé des différens passages. Quand plusieurs sources se sont réunies,

la masse d'eau qui s'est formée par cette réunion s'ouvre de plus larges passages; elle nivelle alors, pour ainsi dire, outre ces passages eux-mêmes, le terrain qui les rapproche; car aussitôt que plusieurs sources se sont réunies, il y a une énorme différence entre la masse d'eau ordinaire et la masse des temps de crue. Ce commencement du nivellement des vallées, qui s'élargissent ensuite successivement en se nivelant de plus en plus, se manifeste toujours, dans les montagnes du premier degré, à une distance de la chaîne principale à laquelle les sommets des montagnes sont encore quelquefois couverts de frimats perpétuels, et à laquelle ces sommets n'ont jamais quitté le caractère d'aspérité qui distingue les montagnes du premier degré. Il résulte de là que les chemins qui partent ou peuvent partir de différens cols d'une chaîne du premier degré, se réunissent toujours en un seul, après avoir suivi pendant quelque temps la mi-côte des escarpemens qui partent des mêmes cols. Ce débouché unique se trouve d'ordinaire lui-même obligé, dans un certain point, de s'écarter très peu du fond d'une vallée. L'occupation d'un seul point peut masquer alors plusieurs des débouchés qui traversent une chaîne de montagnes du premier degré.

Cette combinaison militaire est au contraire absolument étrangère aux montagnes du deuxième degré. Dans celles-ci, il n'y a que les sommités des différentes chaînes qui puissent présenter des points où se réunissent les différentes directions praticables du pays. En voici la raison : les différentes sources qui partent des sommets des montagnes du deuxième degré, commencent par couler entre des terrains bien moins escarpés que ceux que l'on rencontre auprès des sommets des montagnes du premier degré. Les grands escarpemens ne commenceront donc à se manifester dans les montagnes

du deuxième degré, que là où par la réunion d'un grand nombre de sources, une grande quantité d'eau a du s'ouvrir un large passage (1).

Cependant les débouchés n'ont jamais une direction forcée, dans les vallées formées par des montagnes du deuxième degré; car si la profondeur des ravins est, dans ces montagnes, le résultat de la réunion de beaucoup de sources en un seul courant, il est certain que les ramifications des montagnes seront d'autant plus larges, que les courans d'eau qui les terminent couleront dans des vallées plus profondes. Un courant qui part de la chaîne-mère, et qui, comme cela arrive toujours, roule dans son commencement une trop petite quantité d'eau pour rendre difficile le terrain qui l'approche, ne rassemblera une assez grande masse d'eau pour creuser une vallée profonde, qu'autant qu'il recevra des courans d'eau collatéraux, et que ceux-ci auront déjà un cours assez long pour avoir reçu eux-mêmes plusieurs sources (2). Il faut se rappeler que la proportion qu'il y a entre le rapprochement des sources et la hauteur des montagnes d'où elles partent, fait que les sources ne seront pas plus rapprochées sur les ramifications d'une chaîne de montagnes, qu'elles ne le seront sur la chaîne-mère d'où vient le premier courant; mais l'éloignement des

(1) Nous faisons abstraction du degré d'impraticabilité que, dans les pays chauds, donne au fonds de ces vallées la violence avec laquelle coule, pendant quatre mois, la même masse d'eau qui emploie dans les autres climats un an entier à s'écouler. Cette impraticabilité des vallées renfermées sous des climats chauds, entre des montagnes du deuxième degré, ne se prononce pas d'une manière aussi forte dans les vallées comprises entre des montagnes plus élevées; parce que celles-ci, élevant leurs sommets dans des régions plus aëriennes, rassemblent une quantité de vapeurs dont la masse varie moins suivant les saisons.

(2) Si le premier courant d'eau venant de la grande chaîne, ne recevait point de courants collateraux, ou que ceux-ci fussent insignifians, la dégradation des montagnes situées sur ses deux côtés serait proportionnée à la pente de la vallée, et les escarpemens n'augmenteraient pas de force.

courans d'eau, l'abaissement général des montagnes, et leur applatissement, sont trois caractères qui marchent ensemble; donc la facilité de suivre les crêtes des différentes branches d'une montagne du deuxième degré, et la largeur de ces crêtes plates, augmenteront ordinairement dans l'instant où les vallées deviendront profondes. Il n'y a même qu'un seul cas où ce phénomène, important pour les opérations militaires, ne se manifestera pas; c'est celui où une raison quelconque, telle que la proximité de la mer, fera qu'un côté de la grande chaîne d'où partent toutes les eaux, rassemblera plus de vapeurs que les autres côtés (1). Aussitôt que les crêtes des montagnes offriront les directions les plus faciles pour des mouvemens de troupes, toutes ces directions divergeront, en général, à partir de la chaîne principale, et il serait inutile de songer à fermer les différens débouchés qui descendent des montagnes par l'occupation d'un seul point choisi sur leurs pentes.

La grande hauteur à laquelle se relève quelquefois tout à coup une chaîne de montagnes du deuxième degré, ne détruit en rien ce que je viens de dire sur la direction des débouchés dans ces montagnes; il en résulte au plus quelques modifications; car des groupes de montagnes assez relevés, par rapport au reste du pays, pour changer entièrement la nature de celui-ci, ne se trouvent jamais en même temps sur les deux côtés d'un même courant d'eau.

(1) Dans ce cas les ravins situés sur le côté des montagnes où se rassemblent par préférence les vapeurs, ont quelquefois dès leur commencement une profondeur considérable; mais ils n'altèrent point la nature des sommités des montagnes qui rend praticable la crête de celle-ci; parce que jamais un ou deux courans d'eau ne peuvent former, à eux seuls, un de ces points relevés qui causent des solutions de continuité dans des chaînes de montagnes. D'ailleurs ces mêmes ravins suivent d'ordinaire des directions assez divergentes.

De la manière d'employer les forteresses à la défense des pays de montagnes du premier degré.

52. La direction de la chaîne-mère, d'un groupe de montagnes du premier degré, peut varier infiniment par rapport à la direction de la frontière. Cette chaîne-mère peut couper la frontière, ou bien courir parallèlement à elle. Mais les moyens de préparer la défense du pays, par la construction de forteresses, seront toujours réglés d'après les mêmes principes. En effet, si la chaîne-mère ne court pas parallèlement à la frontière, quelqu'une de ses ramifications suivra cette direction, puisque les chaînes-mères sont les points d'où partent toutes les autres chaînes de montagnes pour se diriger dans différens sens. La branche des montagnes parallèle à la frontière, pourra toujours être défendue, au moins en partie, de la même manière que le serait la chaîne-mère; car les chaînes du premier degré conservent à une grande distance leurs caractères distinctifs. Quand ces caractères disparaîtront, les moyens de défense indiqués, pour les chaînes de montagne du deuxième degré, commenceront à pouvoir prendre toute leur efficacité. Néanmoins ce dernier cas n'est pas très commun; une frontière ne suit pas ordinairement pendant plus de 25 à 30 lieues les crêtes d'une même chaîne de montagnes. Ce qui arrive le plus souvent, comme étant le résultat ordinaire des événemens politiques, c'est que les frontières qui se dirigent dans des pays de hautes montagnes ont leurs flancs couverts, soit par la mer, soit par les grandes masses inaccessibles que les neiges ne découvrent point, ou enfin, par des états dont l'alliance ou la neutralité sont indépendans des événemens.

53. Les sommités des grandes chaînes forment souvent

les limites des états. Examinons successivement la manière d'y former des établissemens dans cette hypothèse, et dans celle où l'on occuperait les pentes qui en descendent du côté de l'ennemi. Ce que nous dirons, en traitant la première hypothèse, fera voir 1° dans quelles circonstances on pourrait encore penser à défendre des chaînes de montagnes du premier degré, dont on ne tiendrait point le sommet; 2° quels moyens de défense l'on pourrait s'y ménager par la construction de forteresses. Si l'on était trop éloigné de la chaine-mère, et qu'on ne pût employer les moyens de défense que l'on va indiquer pour les circonstances où l'on tient les crêtes d'une chaîne-mère de montagnes au premier dégré, il faudrait consulter ce qui sera dit sur la manière de défendre une frontière coupée par plusieurs chaînes du deuxième degré qui viennent du pays ennemi.

54. Les sommets des montagnes du premier degré sont impénétrables, ou du moins ne se prêtent à aucun mouvement un peu étendu, par les raisons que nous avons indiquées plus haut. Les vallées ne sont praticables que dans la direction des rivières; s'il y a quelque chemin de traverse, pour passer d'une vallée à l'autre, dans des points où les montagnes se rabaissent, cette communication peut toujours être facilement coupée, pour peu que l'ennemi occupe la chaîne de montagnes qui sépare les deux vallées. Il résulte de là qu'une forteresse, établie dans des montagnes du premier degré, ne peut jamais avoir une sphère d'activité assez grande pour devenir pivot d'un plan d'opérations dirigé contre les convois de l'ennemi; quand bien même ceux-ci passeraient seulement à deux lieues d'elle. Dans ces montagnes, la nature du pays s'oppose également à ce qu'il y ait des points uniques, dont l'occupation puisse avoir une grande influence sur les événemens de la guerre,

en préparant les moyens d'exécuter beaucoup de mouvemens de différentes espèces; on y trouvera, tout au plus, des postes susceptibles de donner les moyens d'entrer, alternativement, dans deux vallées qui se communiquent par quelque col.

L'emploi des forteresses, dans un pays de montagnes du premier degré, doit donc être uniquement de masquer des passages; ce qui s'effectuera d'autant plus facilement que tous les passages se dirigent nécessairement vers des cols; qu'ils en partent en suivant les directions des vallées, et qu'ils se rapprochent du fonds de celles-ci à mesure qu'elles commencent à se niveler. Voyons donc quels sont les moyens d'employer les forteresses, avec le plus d'utilité, d'après l'unique propriété qu'elles conservent.

55. Il semblerait d'abord que la manière de parvenir à ce but, consisterait à fortifier des points extrêmes, ceux où s'effectue le partage des eaux sur les cimes les plus élevées du système de montagnes où l'on veut opérer. Cette méthode s'accorderait avec l'utilité qu'il y a toujours à prendre la priorité. pour l'occupation des positions, dans une guerre de montagnes. Cependant ce système serait impraticable pour une puissance qui occuperait les revers septentrionaux d'une grande chaîne. En effet, les neiges découvrent, sur les hautes cimes, beaucoup plus promptement sur les revers méridionaux que sur les revers septentrionaux; des forteresses, construites sur ces sommités, se trouveraient donc souvent accessibles du côté de l'ennemi, longtemps avant que la fonte des neiges de l'autre côté permît de leur porter secours. Cette circonstance finirait peut-être par les faire tomber au pouvoir de l'ennemi, car les différences de saison, quelquefois dérangées par divers accidens, se prolongent d'ordinaire pendant beaucoup de temps.

D'un autre côté, il faudrait forcer la nature pour former des établissemens militaires permanens sur le sommet des montagnes; il faudrait s'imposer des assujettissemens très dispendieux pour faire subsister des garnisons, au milieu des froids pénétrans occasionés par des hivers de huit mois dans des régions aussi élevées.

L'on pourrait dire, pour soutenir le système que nous combattons actuellement, que des points dominans il serait très facile de descendre dans les vallées ennemies, et qu'en les occupant par des établissemens fortifiés, ce serait s'emparer par le fait des pays voisins. Mais on ne trouverait pas de nation qui souffrît, en temps de paix, qu'on établît sur les limites de la frontière, points qui sont pour ainsi dire neutres, les moyens de l'attaquer avec un avantage décidé. Les fortifications que l'on élèverait ainsi, appelleraient nécessairement de la part de l'ennemi d'autres fortifications, destinées à vous empêcher de déboucher. Les fortifications construites dans tous les cols de la principale chaîne, pour agir offensivement, ne seraient plus alors que purement défensives, et auraient entraîné des dépenses infiniment considérables.

Tout en rejetant les forteresses comme moyen d'occupation des points de partage des eaux, on cherchera néanmoins à s'emparer et à rester maître des points dominans, durant le cours d'une opération et même d'une campagne; on emploiera pour cela des forces mobiles.

D'après les principes que nous allons donner pour l'établissement des forteresses, si les troupes n'ont pas l'avantage du terrain pour aller s'emparer des points de partage des eaux, elles auront celui de pouvoir se porter également sur plusieurs de ces points. L'ennemi aura, par cette raison, besoin de beaucoup de monde pour empêcher les troupes, qui se ras-

sembleraient près d'une forteresse, de pénétrer d'un côté ou de l'autre. Cette forteresse n'aura donc pas beaucoup moins de valeur, pour l'offensive, qu'elle n'en aurait si elle était construite dans un point de séparation des eaux ; surtout si elle est à portée de cols qui conduisent dans deux grandes vallées différentes du pays ennemi.

Si l'ennemi adopte sur le revers des montagnes dont la possession est entièrement à lui, le système que nous allons proposer, l'occupation des points de séparation des eaux menerait à peu de choses.

56. Au reste, le principe de ne point établir les forteresses, construites dans les montagnes du premier degré, sur les points de séparation des eaux, a ses exceptions comme presque tous les principes militaires. « Dans le cas, par exemple, » où les grandes chaînes se rabaissent considérablement, où » elles ouvrent des cols accessibles en toute saison, et où le » sol, se relevant brusquement, fournit une assiète forte, » d'où l'on puisse commander sur tous les débouchés qui y » conduisent, il faut tout employer pour profiter des avan» tages d'une pareille position, d'autant qu'on la rencontre » plus rarement. »

57. Nous avons fait voir comment la nature du cours des eaux, dans les montagnes du premier degré, produisait plusieurs passages, qui, traversant une chaîne principale dans différens cols, se réunissaient ensuite pour descendre par un seul débouché. « C'est dans les environs de ces points de réu» nion des différentes sources, quelquefois même au point » de réunion des différens chemins, à quelque distance des » hautes montagnes, sur des rameaux de montagnes ou con» treforts, que l'on rencontrera d'ordinaire les positions » heureuses pour la défense du pays.

» On y trouvera plusieurs avantages : d'abord la facilité des

» transports de subsistances et de toutes espèces d'approvi-
» sionnemens. Ensuite on évitera qu'en certaines saisons ces
» établissemens ne soient accessibles que du côté de l'ennemi;
» enfin on obtiendra, par ces positions intérieures, la propriété
» précieuse de masquer du même coup un plus grand nombre
» de débouchés. Cette dernière considération doit paraître
» absolument décisive, en la rapportant aux circonstances
» locales les plus ordinaires. En effet, dans l'hypothèse qui
» nous occupe, étant séparé de l'ennemi par les plus hautes
» cimes d'une grande chaîne, si celle-ci présentait un grand
» nombre de passages et que l'on voulût occuper, par des for-
» tifications, la cime de cette chaîne, il faudrait fortifier toutes
» ces issues sur la chaîne immédiate. Si on en négligeait une
» seule, l'ennemi pourrait en profiter pour s'introduire et
» tourner les autres points fortifiés, soit pour les faire tomber
» en les prenant à revers, soit au moins pour interdire les
» moyens de les secourir, en qualité de premier occupant sur
» ces revers pénibles. Mais si les passages en se réunissant n'a-
» boutissaient qu'à une ou deux vallées principales, et que
» l'on occupât les points de concours; il est bien sensible
» qu'alors, avec un ou deux points fortifiés, on aurait mas-
» qué tous les passages.

» Il est vrai que tous ces passages ne seraient pas susceptibles
» d'être franchis avec de l'artillerie, ou même seulement avec
» des bêtes de charge; mais l'ennemi, ne pût-il s'introduire
» d'abord que par des chemins de chasseurs, il pourrait les
» ouvrir, les rendre praticables et venir occuper intérieure-
» ment des positions interceptantes, d'où il ferait tomber
» quelques-uns des postes avancés, en s'opposant à ce que l'on
» pût se porter à leur délivrance. De ces mêmes positions, il ne
» manquerait pas de s'étendre pour paralyser les autres postes
» avancés; dès-lors les grands passages lui seraient ouverts. »

59. L'emplacement des places fortes étant une fois choisi, suivant les principes que l'on vient d'établir, on pourra toujours employer des mesures secondaires pour priver l'ennemi des positions avancées, soit en rompant une partie des passages, afin de les rendre absolument inaccessibles, soit en plaçant les autres sous la surveillance active des forces mobiles. C'est ainsi, d'ailleurs, qu'il s'établira une correspondance assurée, entre ces positions d'observation avancées et les établissemens permanens situés en arrière. Il s'ensuivra enfin que ces corps de troupes, circulant librement, selon les besoins du moment, et à l'appui des grands dépôts où ils retrouveront toujours des asiles de sûreté, obtiendront les avantages qui résultent de la priorité d'occupation.

60. Du reste l'on aura, en arrière des forteresses, les positions d'assiète forte que l'on aura reconnues, pour rassembler l'armée destinée à soutenir ou à secourir ces places fortes, si l'ennemi se met en mesure d'en commencer le siège. Il faudra conserver, le plus longtemps possible, ces positions d'où l'on pourra secourir les forteresses.

61. Mais la brièveté du temps que le départ tardif des neiges et leur prompt retour laissera aux ennemis pour faire des siéges, fait que les positions d'assiète forte n'auront jamais besoin d'être alimentées, appuyées, ou conservées, que par des places du moment. Les places qui seront en sûreté contre un coup-de-main, suffiront dans un pays de montagnes du premier degré pour remplir cet objet. En effet, s'il arrive que des lacunes, dans la continuité des grandes chaînes, n'ôtent point au pays les caractères distinctifs d'après lesquels nous avons déterminé les principes de la défense des montagnes du premier degré, et que ces lacunes donnent à l'ennemi le moyen de faire pénétrer des troupes légères au-delà de la ligne de forteresses; il suffira qu'il y ait, outres les positions

d'assiète forte, des places à simple enceinte, pour mettre des dépôts en sûreté contre les excursions des ennemis. Car si l'ennemi, après avoir poussé ses attaques avec beaucoup de forces de plusieurs côtés, s'engage dans plusieurs siéges en même temps; si l'on a seulement assez de forces pour troubler l'un de ces siéges, et que l'on veuille, tout en agissant d'un seul côté, conserver la totalité des positions d'assiète forte que l'on aura reconnues en arrière des forteresses; les places du moment (1) suffiront évidemment pour conserver la possession des positions d'assiète forte dont on ne s'éloignera que momentanément.

62. Nous venons de développer les principes sur lesquels reposent la théorie de la défense des pays de montagnes du premier degré. La plupart d'entre eux exigeraient encore quelques développemens; mais nous ne nous occuperons que de ceux de ces détails qui ont rapport aux fortifications permanentes. Nous chercherons :

1° Les moyens de fixer le nombre de forteresses qu'exige une frontière qui suit une chaîne de montagnes du premier degré, ainsi que la distance des hautes chaînes de séparation à laquelle on doit établir ces forteresses.

2° Le degré de force qu'il faut donner à ces mêmes forteresses.

3° Quel doit être le caractère de leurs fortifications.

« 63. Si d'une chaîne de montagnes, supposée de 40 lieues » de longueur, il découle 20 sources d'eau, sans compter les » faibles ramifications qui n'ont produit que des anfractuosités » peu sensibles; ces 20 sources indiqueront l'emplacement

(1) C'est peut-être anticiper sur ce qui doit être dit dans la suite de cet ouvrage; mais nous observerons que l'emplacement des places du moment, destinées à conserver momentanément les positions d'assiète forte, devra avoir pour objet de tenir la clef de ces positions du coté où l'on pourra être obligé de s'en éloigner, ou du moins de s'assurer les moyens d'y revenir facilement.

» d'un pareil nombre de cols ou passages, grands ou petits, » bons ou mauvais. Si ces sources en descendant se réunissent » à la distance de quelques lieues des hautes limites, de » manière à ne former plus que trois principaux cours d'eaux, » il n'y aura que trois places à fortifier. L'on choisira leur » emplacement dans les environs de ces trois points de con- » cours des eaux. Si ces points de concours se réduisent à » deux seulement, et qu'ils se trouvent à la distance de » 5 ou 6 lieues de la haute chaîne, il ne faudra que deux » places fortes. Il en faudra un plus grand nombre si le con- » cours des vallées s'opère à une trop grande distance de sépa- » ration, à cause de la correspondance qui doit exister entre » la ligne des grands dépôts, et les postes mobiles destinés aux » apparitions imposantes sur la chaîne immédiate. »

64. La nature des pays de montagnes fait que l'ennemi, qui aura investi une place, trouvera bien plus de positions capables de couvrir les travaux du siège qu'il n'en trouverait dans tout autre pays. Il faut donc, dans de tels pays, bien moins compter pour la délivrance des places fortes sur les secours qu'on leur portera. Le degré de force de ces places doit suppléer à cet inconvénient. Cet objet qui serait bien difficile à obtenir dans un pays ouvert, peut s'obtenir beaucoup plus facilement dans un pays de montagnes. 1° Les sites qu'offrent ceux-ci sont plus forts. 2° Les forteresses fermant pour ainsi dire plus hermétiquement les passages, les investissemens sont plus longs à exécuter. 3° Le départ tardif des neiges et leur prompt retour, ne laissent pas toujours à l'ennemi le temps d'achever un siége pour peu qu'il le commence tard. Il suffit donc de prolonger la défense jusqu'au moment où l'ennemi aura à craindre le retour de la mauvaise saison, qui le forcerait à repasser les monts avec tous les désastres inséparables d'une retraite précipitée. Cette

retraite pourrait même devenir impossible, si l'abondance des neiges survenait à certains momens inattendus, comme cela arrive quelquefois.

65. Le caractère particulier des forteresses de montagnes sera une grande irrégularité dans le tracé. On sent en effet combien seraient déplacés les sacrifices que l'on ferait à la régularité pour obtenir des flancs, mesurer et compasser des feux, sur des escarpemens absolument inaccessibles. Au contraire il est avantageux, et en même temps économique, d'occuper quelquefois des pointes de rochers, sur lesquelles une simple muraille suffira pour faire acte de présence. Il serait absurde d'employer des sommes considérables à raser des fortifications naturelles, pour y substituer des ouvrages symétriques en résultat beaucoup plus faibles.

La moindre réflexion suffira pour convaincre qu'il est bien difficile d'asseoir des places de montagne, de manière à ce qu'elles ne soient pas commandées. Mais l'importance qu'il y a à mettre tous les ouvrages d'une forteresse dans des plans de défilement parallèles, afin qu'aucun d'eux ne puisse être battu de revers, n'empêche pas que l'on puisse défiler une forteresse, lors même qu'elle se trouve commandée de deux côtés opposés, si l'on peut choisir un plan de défilement qui passe au-dessus des deux points de commandement. L'on doit ajouter aux caractères avantageux qui peuvent se manifester dans les forteresses de montagnes. 1° De ménager souvent, par des ouvrages extérieurs, les moyens de tomber sur le flanc des attaques de vive force que l'ennemi pourrait diriger sur des pentes accessibles. 2° De présenter des ouvrages extérieurs qui, flanquant les points où l'ennemi pourrait pousser des attaques en régle sur les pentes de montagnes, l'obligent à attaquer des points déterminés. 3° De placer les parties des forteresses, qui ne peuvent pas

être couvertes par des escarpemens inaccessibles, en face de points où l'ennemi soit obligé de descendre sous un feu assez rapproché de la place; si l'on se prive quelquefois par là de la possibilité de troubler le commencement des tranchées, on se donne, d'un autre côté, les moyens d'empêcher quelquefois l'ennemi d'exécuter la fin de son approche.

66. Après avoir présenté les mesures essentiellement nécessaires pour appuyer la défense, parlons actuellement des petits postes fortifiés, qui peuvent être des accessoires utiles dans la préparation des moyens de défense d'un pays de montagne. Il arrive quelquefois que des postes fortifiés de très peu d'étendue, peuvent être employés, avec avantage, pour masquer des passages déterminés. Leur construction, qui n'exigera qu'une faible dépense, pourra dispenser d'employer en temps de guerre une aussi grande quantité de troupes, pour la défense du pays que couvriront ces forts.

Si une grande vallée, postérieurement réunie, n'a pas pu entrer dans le système général de défense. Il est nécessaire d'y suppléer, en ajoutant aux rapports d'utilité des places déjà existantes. Pour pourvoir à la sûreté de cette vallée, qui se trouve comme hors d'œuvre, il se présente plusieurs moyens. Celui d'y construire une grande place serait trop dispendieux, eu égard au peu d'intérêt que présente en elle-même une contrée sauvage, d'ailleurs les localités résistent à cette intention. On a proposé l'établissement de quatre petits postes fortifiés, masquant des passages très déterminés, ayant l'avantage d'appuyer sur des débouchés resserés avec du canon de 24, tandis que d'après la nature des passages l'ennemi ne pourrait se présenter qu'avec le calibre de 8; c'est-à-dire qu'on l'atteindrait sans en être atteint. Ces points de force exigeraient chacun 130 hommes de garnison et 600,000 fr. de dépense. Un troi-

sième moyen serait d'y employer un corps de 10 bataillons, occupant une excellente position. On adopte en général ce troisième moyen; voilà en temps de guerre 10 bataillons employés, au lieu d'un seul, à la défense d'une vallée; cependant 9 bataillons pourraient être bien utiles sur un autre point. Les dépenses nécessaires pour faire subsister un gros corps de troupes dans cette vallée, inaccessible pour les voitures, excéderont de beaucoup celles qu'aurait entraînées la construction des forts, et il ne restera après cela aucune précaution permanente pour la sûreté de ce débouché.

Manière d'employer les forteresses à la défense des montagnes du premier degré, dont on occupe les pentes du côté de l'ennemi.

67. L'occupation des pentes de montagnes du premier degré, du côté de l'ennemi, ne change point la nature des localités qui restreignent l'utilité des forteresses dans un pays de montagnes; elle ne change en rien les propriétés de ces places elle n'étend point leur sphère d'activité, et ne les rend pas propres à autre chose qu'à fermer des passages.

68. Les points de leur construction doivent donc être choisis, sur les pentes qui descendent du côté de l'ennemi, d'après les mêmes principes que ceux indiqués pour les revers situés du côté du pays que l'on doit défendre. En effet, si on reculait sur le sommet des hautes chaînes, les forteresses destinées à défendre les pentes situées du côté de l'ennemi, l'on ne couvrirait rien, et l'on tomberait dans tous les inconvéniens déjà signalés plus haut. Si au contraire l'on construisait les forteresses plus bas qu'elles ne doivent l'être, il y aurait, suivant toute apparence, diminution d'aspérité dans le sommet des chaînes de montagnes comprises entre les

différentes vallées où seraient construites les forteresses; alors non seulement l'ennemi aurait bien moins de peine à investir les forteresses, mais il pourrait arriver encore que les passages ne fussent plus masqués. Enfin si l'on construisait les forteresses entre la cime des hautes chaînes et les points bas où les principes auxquels on renvoie prescrivent de les établir, il serait plus difficile de fermer des passages uniques, puisque les passages uniques ne se trouvent que dans les environs du point de concours des différentes sources. L'on serait donc probablement obligé d'augmenter le nombre des forteresses. D'un autre côté le nombre des chemins, qui partiraient de la haute chaîne pour se réunir dans les environs de chaque forteresse, étant plus petit, les moyens de secours diminueraient, ce qui serait un grand inconvénient dans l'hypothèse dont nous parlons actuellement.

69. En effet l'armée d'observation, destinée à tenir la campagne, doit agir, pour secourir les forteresses, avec plus d'avantages qu'elle ne le pourrait faire dans les autres circonstances de guerres de montagne dont nous avons parlé jusqu'à présent: 1° Parce que cette armée d'observation, occupant les différens passages des hautes chaînes, pourra en descendre de différens côtés et attaquer, avec toute la supériorité que lui donnera l'avantage du terrain, les positions que l'ennemi aurait pris pour couvrir le siége. 2° Parce que ces positions de l'ennemi entièrement découvertes, ou couvertes par de simples retranchemens de campagne, ne défendront pas les passages comme le peuvent faire des ouvrages construits, de longue main pour l'exécution d'un plan de défense déterminé à l'avance.

70. Cependant il faut observer qu'il n'en sera pas ici, comme dans le cas où les forteresses sont en deça des monts; le prompt retour des neiges n'empêchera pas l'en-

nemi de continuer le siége d'une forteresse, située pour lui en deça des montagnes. Il peut arriver, par conséquent, que l'ennemi effectue l'investissement dans une saison où les neiges ne permettront plus de tenir le sommet des montagnes, et encore moins de passer celles-ci pour venir délivrer les forteresses. Cette interruption, de communications, peut se prolonger pendant plus de temps qu'une forteresse ne peut résister, étant abandonnée à elle-même; il faudra donc préparer toujours sur le revers des montagnes, l'exécution d'un système de défense, semblable à celui que nous avons développé plus haut pour les circonstances où la frontière est déterminée par le sommet des hautes chaînes.

71. Par la même raison, il ne faudrait jamais donner aux forteresses situées au-delà des monts, une étendue, ou bien une quantité de magasins, qui les rende susceptibles de devenir places de dépôt; on s'exposerait par là à travailler pour l'ennemi. Les camps retranchés, que l'on construira au moment du besoin sous la protection des forteresses, seront le moyen dont on se servira pour les rendre pivôt de quelqu'opération offensive.

72. On tâchera de donner aux forteresses un degré de force suffisant, pour qu'elles puissent résister depuis l'instant où elles auront été abandonnées à elles-mêmes, jusqu'à celui où pourront réussir les mouvemens que l'on fera pour les délivrer. Ceux-ci pourront exiger beaucoup de temps, tantôt il faudra faire une diversion assez éloignée : tantôt il faudra faire un long détour pour arriver au secours de la forteresse attaquée; tantôt enfin il faudra former, sur la crête des grandes chaînes, des magasins passagers destinés à alimenter les troupes, pendant qu'elles viendront au secours des forteresses, puisque nous avons prouvé tout-à-l'heure que

chaîne qui sépare ces vallées; car on aura, dans ce cas, des communications plus faciles avec ces deux vallées.

78. S'il se réunit plus de deux vallées dans un petit espace de terrain, la position la plus avantageuse se trouvera, en général, vers l'extrémité de la chaîne de montagnes séparant les deux courans d'eau qui se réuniront le plus bas. Ce sera là d'ordinaire le point d'où l'on pourra découvrir une plus grande quantité de terrain, dans les vallées que l'on veut laisser derrière soi. Il sera peut-être possible, par ce moyen, d'appuyer par les mouvemens de la garnison et par le feu de la place, une plus grande partie des mouvemens qui pourraient être exécutés par l'armée d'observation pour venir au secours de la forteresse D'ailleurs l'emplacement que nous indiquons donnera le moyen de battre, par le feu de la place, l'entrée de la vallée, qui devient unique lorsque les différentes eaux sont réunies, et qui sera souvent le chemin dont on pourra se servir pour exécuter un mouvement offensif.

79. On sera fort heureux de trouver, pour l'emplacement des forteresses situées au-delà des monts, des ponts élevés, en face desquels le terrain s'abaisse ensuite du côté de la haute chaîne ; l'ennemi sera dès-lors obligé de s'éloigner davantage de la forteresse pour l'investir, et la garnison pourra manœuvrer, dans une plus grande étendue de terrain, pour seconder les mouvemens qu'on fera pour la secourir.

80. Comme il est utile d'étendre ce terrain le plus qu'il est possible, il faut, si la forteresse est située entre deux vallées, construire des chemins et des ponts défendus par des ouvrages de fortification ; afin de ménager à la garnison les moyens de traverser chacune des vallées, et d'agir de l'autre côté des courans d'eau qui ont formé celles-ci.

OBSERVATIONS

SUR LES

AFFUTS DE CAMPAGNE,

CONSIDÉRÉS SOUS LE RAPPORT DU TIRAGE, DE LA MANŒUVRE ET DU TIR,

Par feu M. de FORCEVILLE, colonel d'artillerie (1).

Observations préliminaires.

Les progrès de l'artillerie ont toujours été dépendans du progrès des sciences et des arts mécaniques. Le hasard procura l'invention de la poudre, vers 1330, mais à cette époque on n'était pas à même d'en concevoir la théorie, de s'aider d'expériences dirigées par le raisonnement, pour construire des machines de guerre qui permissent de mettre en œuvre tous les moyens par lesquels cet agent devait influer si puissamment sur le système de guerre. Les premières bouches à feu, employées d'abord comme balistes pour ruiner les tours et les édifices, ne furent assujétties à aucune proportion, et comme alors on avait peu d'idées sûr la résistance des matériaux qu'on mettait en œuvre, on fit les pièces et les affûts d'une pesanteur excessive, pour se trouver toujours en mesure de maîtriser un agent qui donnait autant de frayeur à ceux qui l'employaient qu'à ceux contre lesquels il était dirigé.

Bientôt on traîna l'artillerie dans les armées; elle y fut

(1) Ce mémoire, présenté au comité en 1819, est peut-être le premier où les différentes conditions, auxquelles doivent satisfaire les affûts de campagne, ont été soumises à un examen raisonné et mathématique. Il a eu beaucoup d'influence sur les derniers changemens adoptés dans le matériel de l'artillerie française.

utile non en causant un mal réel, mais en y jetant l'épouvante. Les énormes moyens de transport qu'il fallut mettre en œuvre, pour conduire ces masses énormes, firent sentir le besoin d'une artillerie moins lourde. On y pourvut; mais sans ordre et sans méthode. On vit des pièces et des affûts de tout poids, de toute longueur, et de toute sorte de forme. Chaque bouche à feu fut un individu qui reçut un nom propre; enfin sous Louis XIV, quand la raison fut une fois établie dans les têtes, il fallut bien qu'elle entrât dans les choses.

Valière comprit que l'artillerie ayant des services distincts à la guerre, ces services devaient lui fournir des bases d'organisation; il affecta les calibres de 24 et de 16 à l'attaque et à la défense des places, et ceux de 12, 8 et 4 au service de campagne. Cette division, tirée de la nature de ces deux services, fut établie sur le principe que la masse des pièces étant en raison de la force des calibres, on devait s'arrêter au point qui donnait un poids assez mobile pour l'espèce de service auquel cette artillerie était destinée. On fixa, en prenant le calibre pour unité de mesure, la longueur des pièces, l'épaisseur de leurs différentes parties, l'emplacement de leurs tourillons, leurs formes; on en donna enfin un tracé rigoureux: mais on s'occupa peu des affûts, aussi tous les arsenaux en fournissaient-ils qui variaient par leur poids, leur tracé, et les différentes parties de leur mécanisme. Cette artillerie de campagne, dispendieuse à mettre en mouvement, était peu nombreuse; on ne l'employait que dans les affaires sérieuses, et le plus souvent dans des positions déterminées; rarement elle quittait les grandes routes. Elle pouvait ainsi suivre des armées qui se mouvaient elles-mêmes péniblement. L'ordre profond, dans lequel les armées avaient primitivement combattu, s'était successivement étendu en raison du perfectionnement que recevaient les armes à feu; mais

lorsque la platine actuelle fut adaptée au fusil, il s'étendit encore davantage, et s'arrêta enfin à l'ordre actuel. Cet ordre, qui développe prodigieusement le front des armées, et qu'elles prennent assez rapidement, au moyen des principes de la tactique moderne, devint impraticable pour l'ancienne artillerie. Les Prussiens, et à leur imitation les Autrichiens, se hatèrent de rendre leur artillerie assez légère pour pouvoir suivre la rapidité des mouvemens de leur infanterie, et assez nombreuse pour pouvoir couvrir et protéger la faiblesse d'une ligne aussi mince et aussi étendue que la ligne moderne. Les Français, qui ne les imitèrent pas, durent à leur obstination, pour l'ancien système, la perte de la bataille de Rosbach et le mauvais succès de plusieurs campagnes.

Enfin un esprit juste et étendu, guidé par une expérience acquise sur les champs de bataille, Gribeauval, après une lutte opiniâtre, vint à bout d'établir un système dont les bases s'appuyèrent sur les principes de la tactique nouvelle. Prenant pour limite de la portée des pièces la distance où leur tir devint trop incertain, il obtint, en sacrifiant le léger avantage d'une portée un peu plus longue, de pouvoir ramener la longueur des pièces de 22 à 18 calibres, leur poids de 250 à 150 fois le poids du boulet.

D'autres améliorations, telles que la substitution des essieux en fer aux essieux en bois; des roues plus légères; enfin quelques heureux changemens dans les détails, rendirent son système assez léger pour n'exiger, pour être conduit, que la moitié des forces nécessaires pour conduire l'ancien.

Si, en ayant égard à toutes les données, nous cherchons le rapport de mobilité entre une pièce de 12 de l'ancien système et une pièce de 12 du nouveau, nous trouvons ce rapport être de deux à un; mais par cela même que son système obtint plus de mobilité dans le charroi, il dut, lorsque la pièce

entra en action, être plus en prise à la puissance du recul. Gribeauval obvia à cet inconvénient, en rendant plus fichans les flasques qui s'opposent à cette puissance, et fortifia par des ferrures ces flasques à qui il donnait un plus grand effort à supporter. Ainsi fut atteint le but que Gribeauval s'était proposé de rendre plus manœuvrière l'artillerie française, sans que ses effets fussent moindres, et sans rien changer ni à la charge des pièces, ni à leur calibre ; mais ces avantages ne furent pas obtenus sans quelques inconvéniens.

Examinons les moyens employés par Gribeauval, et voyons si après avoir exposé les conditions auxquelles doit satisfaire le système d'une bouche à feu de bataille dans le tirage, dans la manœuvre, et dans le tir, nous ne trouvons pas à les remplir, sans qu'il en résulte d'inconvéniens, en prenant pour base d'examen les principes qui doivent diriger les constructions.

La *première condition* à remplir, est de faire arriver la pièce et ses munitions sur le champ de bataille, le plus promptement possible. Le poids est donné ; c'est celui des pièces de 8 et de 12 ; les forces le sont aussi, 4 chevaux pour le 8 et 6 pour le 12.

Moins nous consommerons de force, plus il nous en restera pour franchir les mauvais chemins, pour augmenter la vivacité et la promptitude de nos mouvemens. Cette économie dépend d'une application juste et précise des principes qui s'appliquent au *tirage.*

Deuxième condition. La pièce, arrivée sur le champ de bataille, il faut qu'elle puisse entrer promptement en action, s'en retirer, et exécuter avec facilité tous ses mouvemens de manœuvres.

L'accomplissement de cette deuxième condition dépend

il faut que le cheval déploye une force suffisante pour vaincre ces deux frottemens; le surplus de la force qu'il exerce est la vîtesse imprimée à la voiture. Ces frottemens sont en raison directe du poids de la voiture et du rayon de la fusée de l'essieu, et en raison inverse du rayon des roues. Le poids étant un des élémens qui contribue au frottement, voyons si la position du centre de gravité de la charge n'influe pas sur l'intensité de son action. Lorsque le centre de gravité de la charge passe par l'axe de l'essieu, elle agit de tout son poids sur cet axe; si nous portons la charge en arrière, le cheval perd de sa force réelle, et la pesanteur qui agit sur l'essieu pour augmenter le frottement, loin d'être diminuée, augmente d'autant plus que le centre de gravité est porté plus en arrière de l'axe de l'essieu; si nous le portons en avant, les brancards tendront à baisser, alors une partie du poids qui pesait sur l'essieu pèsera sur le dos du cheval, par conséquent les frottemens se trouveront diminués. Ainsi dans ces sortes de voitures: *c'est en avant de l'axe de l'essieu que doit passer le centre de gravité.* La quantité dont il peut être porté en avant, peut être réglée par le poids qu'on peut laisser peser sur le cheval; en tout cas cette quantité doit toujours être telle, que, lorsqu'une voiture monte une rampe d'environ 50°, le centre de gravité ne passe jamais en arrière de l'essieu.

Ayant déterminé la position la plus avantageuse du centre de gravité et ramené la force à son minimum d'action sur l'axe de l'essieu, il s'agit maintenant d'examiner comment le poids de la voiture, le rayon de la fusée, le rayon de la roue, agissent entr'eux pour produire la résistance due au premier frottement. Cette résistance s'évalue en prenant le septième du poids qui pèse sur l'essieu, quantité qui multipliée par le rayon de la fusée, et divisée par le rayon de la

roue, donne la résistance; mais comme le rayon de la fusée est toujours très-petit, relativement au rayon de la roue, il s'en suit qu'une très petite diminution dans le rayon de la fusée a autant d'influence, pour diminuer le frottement, qu'une très-grande augmentation dans le rayon de la roue, et cela moyennant pour les voitures d'artillerie dans le rapport de 1 à 8.

On doit donc attacher la plus grande importance *à avoir les fusées les plus minces possibles,* puisque leurs diamètres ont une si grande influence pour diminuer la résistance.

Mais le rayon de la fusée a des limites de diminution très-étroites, tandis que le rayon de la roue peut facilement s'augmenter; d'ailleurs une grande roue, outre l'avantage de donner un bras de levier plus long, ne fait pas des ornières si profondes qu'une petite; elle s'engage moins dans les irrégularités du terrain, fait moins de tours pour parcourir un espace donné, ce qui diminue le frottement des axes. Ainsi, pour arriver à la plus grande économie de force, le diamètre des fusées doit être un *minimum* et le diamètre des roues un *maximum.* Le maximum de la hauteur des roues dépend de la hauteur du poitrail du cheval, et le minimum du diamètre des fusés de la résistance du fer sous une certaine charge.

Reste le deuxième frottement, celui de la roue sur le terrain. Ce frottement ne donnerait pas de résistance, si la roue, parfaitement ronde et unie, roulait sur un terrain parfaitement dur et plein, quelque fut d'ailleurs la pression qu'elle exercerait sur ce terrain; mais si la roue jouit à-peu-près des propriétés demandées, il n'en est pas de même du terrain, il est caillouteux, ou sablonneux, ou d'une mollesse à se laisser pénétrer; comme la roue agit dessus, il faut donc disposer sa surface de contact de manière à ce que,

dans les terrains les plus difficiles, elle éprouve le moins de résistance.

Les terrains les plus difficiles, pour l'artillerie, sont les terrains moux, gras, marécageux; c'est donc principalement pour vaincre la résistance qu'occasione cette espèce de terrain, que doit être disposée la forme de la roue.

L'inconvénient des roues minces est d'enfoncer les terrains mous, de creuser des ornières profondes, de s'encastrer dedans de manière à produire contre les jantes un frottement latéral considérable. Cette roue, maitrisée dans tous ses mouvemens, est forcée de suivre toutes les sinuosités des ornières, son plan vertical est continuellement dérangé, et mis hors la ligne du tirage; tous ces inconvéniens font qu'une résistance, qui n'était rien dans la théorie, devient la plus difficile à vaincre dans la pratique. Un moyen de la surmonter en partie, moyen vérifié par des expériences faites avec soin, et on peut ajouter par l'usage, ce serait d'augmenter *la largeur des jantes*, autant que le permettra la nature du service.

Dans l'espèce de voiture dont on s'occupe ici, le frottement est la seule cause qui diminue l'action de la puissance: comme nous avons supposé le rayon de la roue égal à la hauteur du poitrail du cheval, la ligne de traction étant directe, il n'y a pas de force perdue.

Voitures à quatre roues.

Dans une voiture à deux roues, ou à un train, les brancards reposent sur le dos du cheval, c'est en agissant dessus qu'il fait prendre à cette voiture toutes les directions; dans la voiture à quatre roues, ou à deux trains, les brancards reposent sur un avant-train, c'est par lui que les chevaux dirigent la voiture.

La construction d'une voiture à quatre roues, est assujettie aux conditions générales du tirage, indépendamment des conditions particulières à son avant-train. Ces conditions générales sont :

1° Que le centre de gravité de la charge passe toujours entre les deux trains, et un peu plus près de celui de derrière que de celui de devant.

2° Que les roues des deux trains soient d'égale hauteur.

3° Que les axes des essieux, les points d'attache des trains, et ceux d'application des forces, se trouvent dans un même plan horizontal.

4° Que le tournant de la voiture soit le plus court possible.

La première condition tient à ce qu'il est avantageux, pour ne pas fatiguer la voiture, de partager également la charge entre les deux trains ; car quoique la somme des pressions sur les axes des essieux soit la même, quelque soit l'emplacement du centre de gravité, cette somme se partage inégalement, en raison des distances respectives de ce centre aux axes des essieux ; d'où il suit que le train duquel se rapproche davantage le centre de gravité, a plus de fatigue à supporter que l'autre. Cependant comme il convient, pour la facilité du mouvement de l'avant-train, que la pression qu'il a à supporter ne soit pas trop considérable : *le centre de gravité doit toujours être tenu plus près de l'essieu de derrière que de celui de devant.*

La deuxième condition s'établit d'après les considérations suivantes. La solidité d'une machine quelconque, exige que toutes les parties de cette machine soient animées de la même vitesse. Dans une voiture à quatre roues dont les trains sont dépendans, le plus puissant oblige l'autre ; des roues de derrière, d'un diamètre double de celles de devant,

obligent celles-ci à faire deux révolutions pour parcourir la même étendue de terrain. Lorsque les petites roues obéissent, le frottement de leurs essieux est augmenté; si, empêchées dans leur révolution, elles sont traînées en avant, alors elles glissent sur le terrain et cette espèce de frottement devient plus grand. L'angle sous lequel la petite roue embrasse le terrain étant plus ouvert, elle surmonte plus difficilement les obstacles.

Le train de devant éprouve donc plus de difficultés dans sa marche que le train de derrière, or ces difficultés ne peuvent être surmontées qu'aux dépens de la vitesse totale. *Il est donc avantageux au tirage, non-seulement d'avoir des roues hautes, mais de les avoir d'égale hauteur.*

La troisième condition se fonde sur ce qu'il y a perte d'une partie de la force utile, toutes les fois que la ligne, par laquelle la force se transmet, n'est pas la même que la ligne de direction de cette force. La quantité de force perdue est d'autant plus grande, que l'angle que ces deux lignes font entre elles est plus ouvert. *La ligne de transmission de la force doit donc être une seule et même ligne droite.* Ce principe consacre aussi l'avantage d'égalité de hauteur des roues.

La quatrième condition est très-importante; une voiture doit pouvoir prendre toutes les directions et en changer facilement. Elle jouira de cette faculté avec d'autant plus d'étendue, qu'elle embrassera moins d'espace dans son tournant; aussi ne faut-il rien négliger dans la construction pour diminuer cet espace. Il dépend de la distance des deux trains entre eux; plus cette distance sera grande, plus il faudra d'espace pour accomplir la révolution de la voiture, quelque soit l'angle de la direction de la force; plus au contraire cette distance sera petite, (son *minimum* est le cas de

la voiture à deux roues) moins la voiture embrassera de terrain dans son tournant. Ainsi, dans toute voiture, après avoir satisfait aux conditions et de service et de construction, *pour obtenir le plus court tournant, l'écartement des trains doit être un minimum.*

Avant-Trains.

Cette voiture, comme celle à deux roues, doit pouvoir se porter en avant, reculer, changer de direction. L'avant-train, ainsi que nous l'avons dit, supporte la partie antérieure de voiture, il lui sert de gouvernail, c'est par lui qu'on la dirige dans ses mouvemens; il est pourvu à cet effet d'un long levier appelé timon, ou d'une limonière, ce qui donne deux sortes d'avant-trains: *avant-train à timon, avant-train à limonière.* Ces avant-trains diffèrent en ce que dans l'avant-train à timon, les chevaux n'ont aucune partie de la charge à porter; attachés sur le côté du timon, ils agisssent seulement pour mettre la voiture en mouvement et la diriger. Dans l'avant-train à limonière de l'artillerie, le cheval attelé dans les brancards, porte une partie du poids de l'avant-train; il est obligé de résister à tous les mouvemens irréguliers qui agissent contre lui, seul il dirige la voiture.

Un avant-traint doit satisfaire aux conditions générales du tirage, comme voiture à deux roues ou à un train, et à certaines conditions particulières, comme dirigeant l'arrière-train. Les dimensions, les formes de la voiture, influent sur les formes et les dimensions de l'avant-train. Elles lui rendent plus ou moins faciles les conditions particulières qu'il a à remplir. Les conditions auxquelles il est assujetti, influent aussi sur les dimensions et les formes de la voiture. Cette dépendance réciproque, dans laquelle la voiture et l'avant-train

se trouvent l'un de l'autre, rend les formes et les dimensions de l'une absolument dépendantes des formes et des dimensions de l'autre, et oblige à les combiner de manière à obtenir le résultat le moins défavorable pour le tirage. L'art est dans le choix et la mesure précise des sacrifices qu'on est obligé de s'imposer.

Avant-trains à timon.

Les conditions que doit remplir un avant-train à timon, sont :

1° Que son tournant soit le plus court possible.

2° Que le timon soit toujours soutenu à même hauteur dans tous les points de son champ de direction.

3° Que dans son mouvement circulaire, il éprouve une résistance douce et uniforme, assez forte cependant pour arrêter les à-coups.

4° Que, lorsque les deux trains se trouvent dans des plans différens, le timon puisse baisser et s'élever facilement.

Nous avons dit que l'avant-train était le gouvernail de la voiture, et qu'il se dirigeait au moyen du timon. Il porte dans son milieu une cheville ouvrière, dans laquelle s'engage le centre de la traverse antérieure des brancards. C'est par cette cheville, qui lui sert d'axe de rotation, que l'avant-train agit, soit pour changer la direction de la voiture, soit pour la porter en avant, soit pour la faire reculer. Les chevaux ne devant avoir rien à porter, il faut que, dans toutes les situations de l'avant-train, le timon soit soutenu horizontalement. Il ne peut l'être que par une pièce de contre-appui placée au-delà de l'axe de son essieu ; cette pièce est la sassoire, fixée aux extrémités des armons ; elle est la base d'un angle dont l'amplitude est égale à l'angle du tournant, elle ne

peut donc pas abandonner, dans sa révolution, les pièces contre lesquelles elle s'appuye en glissant. Sa distance à l'axe de l'essieu, qui est le bras de levier opposé au timon, lequel agit pour soulever la partie antérieure de la voiture, se règle sur la résistance dont on a besoin au bout du timon. On s'aperçoit de suite que si l'on veut faire tourner l'avant-train, pour changer la direction de la voiture, les brancards, placés sur le plan des essieux, feront obstacle à ce mouvement. Plus les brancards se rapprocheront entre eux, en s'élevant en même temps, plus l'obstacle s'éloignera; enfin il disparaîtra tout-à-fait, lorsqu'ils auront atteint la hauteur des roues, point où l'avant-train pourra exécuter entièrement sa révolution.

Ainsi, le diamètre des roues étant donné, le tournant plus ou moins grand de l'avant-train, dépendra de l'écartement des brancards entr'eux et de leur élévation au-dessus du plan des essieux. Mais toutes les voitures qui portent un chargement le portent entre les brancards; d'après la nature de ce chargement ils doivent être plus ou moins écartés; c'est cet écartement qu'il faut d'abord fixer. Quant à l'élévation des brancards au-dessus du plan des essieux, elle est très-restreinte, surtout si les roues sont hautes; ainsi lorsqu'on a réduit l'écartement des brancards au *minimum*, porté leur élévation au-dessus du plan des essieux au *maximum*, si l'on n'obtient pas un tournant assez grand, il n'y a plus d'autre parti à prendre que de diminuer le diamètre des roues de devant, jusqu'à ce que l'on ait obtenu le tournant nécessaire. Il y aurait bien encore un autre moyen d'augmenter le tournant d'une voiture, ce serait d'augmenter sa voie; mais cette voie étant dans les voitures de l'artillerie fixée irrévocablement à 5 pieds, 6 pouces, 6 lignes, doit être regardée comme invariable.

De l'écartement des brancards au *minimum*, ou de leur réduction à un seul brancard ou à une seule flèche, résulte une grande latitude pour remplir trois conditions importantes du tirage, dont nous avons exposé les avantages, savoir : *le plus court tournant de la voiture*; *l'égalité de hauteur des roues*; *les axes des essieux, les points d'attache et les lignes de direction des forces, dans le même plan.* Toutes les fois que le service auquel une voiture est destinée permettra cette construction, il faut l'adopter. C'est ce qu'ont fait les Anglais, ils ont appliqué ces principes à la construction de leurs affûts et de leurs caissons.

Examinons maintenant quelques voitures d'artillerie d'après ces observations et les conditions établies précédemment.

Soit le caisson de 12. Le coffre du caisson de 12 doit fournir l'emplacement pour 75 charges, chaque charge occupe, compartiment compris, 6 pouces en longueur et 4 pouces 1/2 en largeur, la longueur de l'emplacement des 76 charges, sera donc de 38 pieds. Si je ploye cette longueur en 2, 3, 4 parties, j'obtiens des longueurs de 19 pieds, de 12 pieds 8 pouces, 9 pieds 6 pouces, et des largeurs correspondantes de 9 pouces, 13 pouces 6 lignes, 18 pouces; mais comme aux plus grandes longueurs correspondent les plus petites largeurs, mon but étant de donner au coffre la plus petite largeur, pour obtenir le plus *grand tournant*, il faut que je choisisse la plus grande longueur que le service me permette de donner ; cette longeur est de 9 pieds 6 pouces, à laquelle correspond une largeur de 18 pouces. Ainsi l'espace obligé qu'occuperont les brancards, sera de 10 pouces de chaque côté de l'axe de la voiture. Maintenant si je fais tourner l'avant-train muni de grandes roues de caisson de 29 pouces de rayon, le tournant ne se trouvera être que de 30 degrés, tournant beaucoup trop faible ; alors j'élève les brancards,

au moyen d'échantignolles placées sur l'arrière-train; mais la condition de la facilité du chargement du caisson, ne me permet pas de les élever de plus de 4 pouces, ce qui porte le tournant à 33°. Ce tournant n'est pas encore suffisant; si je veux atteindre à 41°, tournant strictement nécessaire, je n'ai plus d'autre moyen que de réduire les roues d'avant-train de 29 pouces à 21 p. de rayon. La grande roue ayant 29 p. de rayon, les échantignolles 4 p. de hauteur, l'extrémité des brancards placés sur l'arrière-train se trouvera élevée de 33 p., tandis que le plan de l'essieu de devant ne l'est que de 21 p., différence 12 pouces. Cependant les brancards doivent être de niveau; pour y parvenir on a placé sur l'essieu deux pièces en bois superposées, *un corps d'essieu et une sellette*, dont la tête sert d'appui au devant du caisson. Pour consolider ce système des deux trains, on l'a relié par une flèche, dont la tête, traversée par la chevilleouvrière, s'engage dans le train de devant, et le petit bout dans le train de derrière; cette flèche sert aussi d'appui à la sassoire pendant sa révolution.

Cette voiture ainsi constituée, est bien loin de remplir toutes les conditions exigées; les roues des deux trains ont des hauteurs différentes, les axes des essieux et les points d'attache des trains sont dans des plans différens, ce qui donne un bras de levier à la résistance, le tournant est trop restreint; elle ne remplit donc qu'imparfaitement les conditions générales.

Quant aux conditions particulières et avantageuses à cet avant-train, on voit que le timon ne cesse pas d'être soutenu par la flèche, et qu'il éprouve en tournant une résistance douce et uniforme qui arrête les *à-coups*. Cette résistance est donnée par la sassoire, qui dans son mouvement frotte en s'appuyant sur la flèche que sa longueur rend élastique. Le timon à

cause des circonstances du tirage, qui souvent placent les deux trains dans des plans différens, doit jouir de la faculté de s'élever et de se baisser; il s'élève au moyen du jeu laissé à la cheville ouvrière dans sa lunette, il se baisse par l'effet de l'élasticité de la flèche et du timon. Lorsque ces deux mouvemens se font brusquement et avec violence, il en résulte souvent la rupture, ou de la cheville ouvrière, ou du timon, quelquefois même de la flèche.

Bien que cette voiture ne remplisse qu'imparfaitement toutes les conditions exigées, cependant si on veut l'examiner sous le rapport du choix des sacrifices qu'on s'est trouvé dans l'obligation de faire, pour satifaire à des conditions plus avantageuses, on se convaincra qu'il était peut-être impossible d'obtenir, dans ce système de construction, une voiture meilleure, ce qui explique le non-succès des tentatives faites jusqu'ici pour l'améliorer.

Il est une autre espèce de voiture dont la construction doit satisfaire non-seulement aux conditions du tirage comme voiture, mais encore aux conditions du tir comme affût de campagne. Toutes ces conditions doivent autant que possible se combiner sans se nuire; nous nous occuperons particuculièrement ici de celles relatives au tirage.

S'il est une voiture qui doive être appropriée à son chargement c'est l'affût; on est obligé d'avoir autant d'espèces d'affûts que d'espèces de bouches à feu. Toutes les fois que l'on fait varier la bouche à feu, soit dans la longueur, soit dans l'épaisseur de ses différentes parties, on doit faire varier celles correspondantes de l'affût. Les formes générales de la bouche à feu étant restées les mêmes à toutes les époques, les formes générales de l'affût n'ont pas changé. Toutes les puissances de l'Europe ont adopté ces formes; aussi leur artillerie, établie d'après le même système, ne

diffère-t-elle que dans les détails. Chez toutes, on voit la pièce reçue entre deux flasques dont les têtes s'encastrent dans l'essieu et dont les crosses tombent à terre sous différens angles; on voit les tourillons de la pièce reçue dans des encastremens pratiqués dans les flasques, et l'axe de ces encastremens placé tantôt un peu en avant de l'axe de l'essieu, tantôt sur l'axe lui-même; toujours on a fait dépendre cet emplacement de deux conditions: la première que le poids des crosses reste assez léger pour qu'on puisse les soulever et les placer facilement sur l'avant-train. La deuxième que, dans cette situation de l'affût, le centre de gravité de la pièce passe entre les axes des essieux des deux trains.

Gribeauval obligé de rendre les flasques plus courts, pour résister à un recul plus grand produit par un système plus léger, ayant de plus surchargé ses crosses d'un coffret, obtint et par cette circonstance et par un bras de levier plus court, des crosses trop pesantes pour qu'elles fussent maniables, principalement dans le 12. Il remédia à ce défaut en portant l'axe des tourillons en avant de l'axe de l'essieu, de manière à ne laisser aux crosses qu'un poids déterminé. Mais en satisfaisant à la première condition, il sacrifia la seconde; car dans cette situation qui, est celle de la pièce dans son encastrement de tir, le centre de gravité de la pièce se trouve au-delà des deux axes des essieux; cette position de la pièce ne pouvant être permanente sans inconvénient, on y remédia par un deuxième encastrement, qui porta le centre de gravité entre les deux trains. Ce passage de la pièce de l'encastrement de tir à celui de route, oblige à une manœuvre, longue et embarassante, qui ne peut se faire devant l'ennemi; on est donc forcé, soit pour aller à lui, soit pour se mettre en retraite, d'avoir la pièce dans l'encastrement de tir, ou à la prolonge. Dans le premier cas

la marche expose à des accidens, dans le deuxième elle est pénible et fatigante. Les étrangers nous ont laissé cette amélioration et ont continué à n'avoir qu'un seul encastrement.

Dans l'artillerie Valière les axes des tourillons correspondent, dans les pièces de 12, exactement aux axes des essieux. Dans les pièces de 8 et de 4 les tourillons sont à la vérité portés en avant de l'encastrement de l'essieu ; mais le centre de gravité de la pièce passe toujours entre les deux trains, lorsque la pièce est sur son avant-train.

Dans l'affût les flasques servent de brancards, ils sont liés entre eux, à leur extrémité, par une entre-toise de lunette qui reçoit la cheville ouvrière de l'avant-train. Cette voiture, comme celle dont nous avons déjà parlé, prend son tournant autour de la cheville ouvrière ; ce tournant a pour limite l'écartement des flasques. Mais comme l'affût avait besoin de beaucoup de tournant ; qu'on ne pouvait en prendre sur l'écartement, rendu invariable par le système de deux flasques qui se prolongent jusqu'à terre, parallèlement aux flancs de la pièce ; qu'on ne trouvait pas assez avantageux de transporter la cheville ouvrière sur la sassoire ; on prit le parti, pour obtenir le tournant dont on avait besoin, d'élever les crosses de quinze pouces au-dessus de l'axe de l'essieu de l'avant-train. Le mouvement circulaire du timon se fait assez régulièrement, par le frottement de la sassoire sur les flasques ; son mouvement de haut en bas est réglé par le poids des crosses, qu'il doit soulever pour pouvoir baisser, et celui de bas en haut par le jeu de la cheville ouvrière.

Ainsi mêmes défauts que dans les autres voitures.

1° Roues d'avant-train surbaissées. 2° Tournant limité 3° Les axes des essieux et le point d'attache des trains placés

dans des plans différens ; par suite un bras de levier de 15 pouces donné à la résistance. 4° Le centre de gravité de la pièce, placée dansson encastrement de tir, passant au-delà de l'axe des essieux ; par suite de l'obligation que la pièce soit toujours dans son encastrement de route, ou à la prolonge.

Avant-Train à limonière.

L'avant-train à limonière reçoit dans une cheville ouvrière, placée au centre de la sellette, la partie antérieure des brancards ; le cheval porte la partie antérieure de l'avant-train. Dans ce système il n'est plus besoin ni d'armons, ni de sassoire, pièces qui servaient à soutenir le timon et en régler les mouvemens ; c'est ici l'affaire du cheval. Le mouvement latéral de cet avant-train est limité, comme dans les autres, par les brancards ; en sorte que pour ce mouvement il rentre dans la condition des avant-trains ordininaires. L'arrière-train est traîné à la remorque par l'avant-train, qui reçoit des secousses d'autant plus fortes, que la ligne de traction s'éloigne davantage de la ligne de direction des forces. Dans ce système, où les chevaux tirent ordinairement de fil, le cheval se trouve chargé de toutes les secousses que le timon avait à supporter, et que l'absence de la sassoire rend encore plus violentes.

On a imaginé, pour se procurer l'avantage de passer de l'attelage de file à l'attelage defront, et *vice versâ*, de se donner la facilité de pouvoir déplacer les bras limonières de manière à avoir deux chevaux de front, dont l'un dans les brancards, l'autre attaché au brancard du milieu comme à un timon. Cet expédient présente des inconvéniens graves : 1° L'axe de la limonière, dans cette deuxième position, se

trouvant hors de l'axe de l'avant-train, une partie de la charge qui se trouvait sur le cheval, dans la première position, ne se trouve plus supportée. 2° Les secousses, auxquelles le cheval est en butte, se trouvant plus éloignées du centre de mouvement, sont plus violentes. 3° Le placement et déplacement des limonières est une manœuvre longue et fatigante. Cette limonière, à bras mobiles, appartient à l'artillerie anglaise.

Application et direction des forces.

Après avoir établi les conditions de construction dont dépend le tirage des différentes espèces de voitures, il reste à examiner quelle est la meilleure direction à donner aux forces.

Voyons d'abord quels sont les moyens d'application.

Les moyens sont les harnais. Ils doivent varier suivant l'espèce d'animal ; car les points d'application, devant toujours être ceux où l'animal déploie sa force avec le plus d'intensité et de liberté, ne sont pas les mêmes pour tous. L'artillerie n'employant que des chevaux, nous ne parlerons que du harnachement du cheval. Il faut qu'au moyen de son harnais, un cheval puisse donner, arrêter, modifier, tous les mouvemens dont une voiture et susceptible. Comme la plus grande force du cheval est aux épaules, c'est sur les épaules qu'on lui applique un *collier*, auquel sont attachés les traits sur lesquels il agit pour porter la voiture en avant. On oppose dans les descentes la force de ses reins, à la force accélératrice de la voiture au moyen, d'une pièce de harnais, appelée *avaloire*, qui lui enveloppe la croupe et se fixe par les deux bouts aux brancards. Les changemens de direction, de droite et de gauche, en avant et en arrière, se donnent en faisant agir le cheval, soit sur ses *traits*, soit

sur ses *avaloires*; enfin par la *sous ventrière*, le cheval s'oppose à la force qui tend à élever les brancards, et par *la dossière* à celle qui tend à les baisser. L'ensemble de toutes ces pièces reliées entr'elles, et fixée, soit sur le cheval, soit aux brancards, forment un harnais complet. De cette manière d'envisager le harnais, sortent toutes les conditions auxquelles il doit satisfaire dans ses différens emplois. Ainsi dans la voiture à limonière, le cheval aux brancards, qui doit être maître de tous les mouvemens de la voiture, est garni des quatres parties du harnais; dans la voiture avec avant-train à timon, où le timon se maintient par lui-même et ne pèse pas sur les chevaux de derrière, il n'est plus besoin, pour ces chevaux, ni de dossière, ni de sous-ventrière; le collier et l'avaloire leur suffisent, et le collier seul aux chevaux de devant. *La direction des forces sera la plus avantageuse possible, si l'axe de l'essieu, les points d'attache des traits à l'avant-train et au collier, sont dans le même plan horizontal, et si ce même plan passe à la hauteur du poitrail du cheval.*

Voyons les pertes de forces qui résulteront de l'inclinaison des traits, soit en dessous, soit en dessus du plan dont nous avons fixé la position. Dans le premier cas, il y a d'abord perte de force par l'effet de la composition, ensuite parce que cette force perdue pèse sur les axes pour en augmenter les frottemens; deux causes dans ce cas concourent donc à diminuer l'intensité de la puissance. Dans le deuxième cas, il y aussi la perte de force qui résulte de la décomposition; mais ici la force perdue est employée utilement, elle sert à soulever l'avant-train et à l'aider à franchir les obstacles; c'est pour cela que l'expérience semble décider qu'une légère inclinaison des traits est favorable au tirage. Cela ne doit pas empêcher d'établir, autant que possible, les points d'attache dans le même plan horizontal; car cette légère

inclinaison se trouve donnée, naturellement, par les chevaux marchant toujours sur un plan plus élevé que celui des ornières, particulièrement dans les mauvais chemins, circonstance où ils ont besoin de faire un effort plus grand. Cette force perdue, par l'inclinaison des traits, est environ d'un cinquième pour l'angle de 25°; mais ce qui la rend tout-à-fait nuisible, c'est qu'étant consommée contre le cheval, elle agit dans deux directions sur son collier, soit pour le blesser au garrot, soit pour lui gêner la respiration.

Attelage.

Lorsqu'on veut mettre une voiture en mouvement, il faut d'abord connaître la quantité de force nécessaire pour la mouvoir. Cette quantité de force s'estime ordinairement par le poids des voitures, quelque soit leur système de construction. Mais nous avons fait voir que le poids n'était pas la seule quantité influente; qu'il fallait avoir égard à la grandeur des roues, et à l'égalité de leur hauteur, au rayon des fusées, à ce que toutes les lignes par lesquelles la force agit et se transmet fussent dans le même plan; il s'ensuit que la donnée du poids est fausse et que pour estimer avec assez de précision la force cherchée, il faut avoir égard à tous les élémens qui l'établissent. Il faut aussi penser que la force dont on dispose n'est pas une force mécanique, mais bien une force musculaire due à un animal qui peut en varier l'intensité, suivant qu'il est plus ou moins excité, plus ou moins tourmenté. Les chevaux seront dans la meilleure situation possible pour déployer leurs forces, toutes les fois que par les secousses irrégulières de la voiture, ils ne seront pas soumis à des mouvemens indépendans de la volonté du conducteur.

Cette action nuisible, de la voiture contre les chevaux, tient à son système de construction, qui permet tel ou tel mode d'application des forces; aussi distingue-t-on deux sortes d'attelage, l'attelage de file et l'attelage de front. Les voitures sont, comme nous l'avons vu, de deux espèces: les voitures à limonière et les voitures à avant-train; celles-ci forment deux variétés, voiture à avant-train à timon, et voiture à avant-train à limonière. Examinons les différences d'action de ces deux espèces de voitures sur l'attelage.

Si on jette une vue d'ensemble sur ces deux voitures, on voit que la voiture à limonière ne peut être attelée que de file. Le limonier, pris dans les brancards, est en butte à toutes les secousses de la voiture, qui se communiquent même aux chevaux qui le précèdent. Attelés ainsi les chevaux ne peuvent trotter, ils ne peuvent non plus être facilement dirigés. La voiture à timon reçoit un attelage de front, les chevaux sont indépendans des mouvemens de la voiture et libres dans leurs allures; par cela même ils sont plus soumis au conducteur; il peut les exciter, les ralentir, les diriger à son gré; il peut leur imprimer les mouvemens de vîtesse qui leur sont naturels, *le trot et le galop*. L'expérience vient tellement à l'appui de ces observations, que toutes les voitures destinées à aller vite ont des avant-trains à timon. Quant à l'avant-train à limonière (cet essai a déjà été tenté en France, sans succès); il a tous les *inconvéniens de l'attelage de la charette, excepté que le limonier est un peu moins tourmenté*. C'est Gribeauval qui parle. Ce mode d'attelage est en usage chez les Anglais; ils l'appliquent à leurs limonières à bras mobiles, qui ajoutent aux inconvéniens de la limonière ordinaire ceux qui lui sont propres. Il paraît que les Anglais qui mettent sur leurs pièces plus de chevaux que nous, ne craignent pas d'en ruiner quelques-uns.

L'attelage de front a de plus l'avantage de diminuer de près de la moitié la profondeur des colonnes d'artillerie. Il résulte de cette discussion que le but principal qu'on se propose étant la promptitude et la facilité des mouvemens, l'attelage de front et l'avant-train à timon sont seuls convenables à l'artillerie de campagne. Quant aux inconvéniens qu'ils présentent, il faut chercher à les faire disparaître ou à les modifier, mais il ne faut pas sacrifier l'accessoire au principal. La quantité de force nécessaire pour mettre une voiture en mouvement et la force d'un cheval étant connues, on peut fixer l'attelage d'une voiture. Le nombre des chevaux nécessaires pour conduire une voiture d'artillerie, dans des chemins d'une médiocre qualité, étant donné, il conviendrait d'augmenter l'attelage de certaines voitures; par là on aurait, en quelque sorte en réserve, une force disponible pour surmonter facilement les difficultés des mauvais terrains, et se transporter promptement où le besoin l'indiquerait.

DEUXIÈME PARTIE.

MANOEUVRES.

La pièce arrivée sur le champ de bataille, doit pouvoir passer rapidement de l'état de route aux dispositions de combat et *vice versâ*; elle doit pouvoir exécuter sur place, ou même dans des limites assez étendues, tous les mouvemens que les circonstances du combat peuvent déterminer. Il faut de plus que cette pièce soit toujours pourvue de munitions; aussi traîne-t-elle à sa suite des caissons qui servent à l'alimenter. Ainsi la manœuvre se partagera en trois parties; la première regarde les opérations à exécuter pour faire passer

la pièce de l'état de route à l'état de tir, et *vice versâ*; la deuxième, les dispositions à faire pour l'exécution des mouvemens de manœuvres; la troisième, les moyens et le mode de pourvoyement.

1° Faire passer la pièce de l'encastrement de route dans son encastrement de tir. Cette manœuvre est longue, pénible, et ne peut se faire que loin de l'ennemi; il serait donc avantageux de supprimer l'encastrement de route. La pièce marchant dans son encastrement de tir, y est comme nous l'avons vu mal assurée; son centre de gravité se trouve porté au-delà de l'axe de l'essieu; elle ne pèse plus sur son avant-train que par le poids de ses crosses, une forte secousse peut la culbuter. Pour prendre les dispositions de combat, on sépare les deux trains; on doit donc pouvoir les unir et les séparer facilement. Cette manœuvre demande que les crosses ne soient point pesantes, et que leur point d'attache soit facile à trouver; mais les crosses pèsent plus de 200 liv.; elles doivent être élevées à plus de 3 pieds de terre; le point d'attache est une cheville à introduire dans une lunette et ce point d'attache, fixé sur un avant-train mobile, n'est souvent point à la main. Toutes ces causes rendent la manœuvre d'ôter et de placer l'avant-train une opération très difficile, et cela dans des circonstances où la promptitude est de la plus haute importance.

2° Pour mouvoir la pièce, et la porter où le besoin l'exige, on lie les deux trains par un cordage appelé *prolonge*; le système, ainsi lié, offre plusieurs grands avantages qu'il ne présentait pas réuni.

La pièce peut exécuter ses feux en marchant, ce qu'elle ne pouvait faire placée sur son avant-train; chaque train jouit séparément de l'avantage d'une voiture à deux roues; ils peuvent tourner court sur eux-mêmes. Ce système permet

d'exécuter de grands mouvemens, et même de franchir les fossés et les ravins. Considéré sous le rapport de l'application des forces, ce mode d'attelage est très désavantageux. Les crosses, appuyant sur le sol par leur poids, y tombent sous un angle qui dépend de la hauteur des roues de l'affût et de la longueur de ses flasques, les points d'attache de la prolonge, qui lie les crosses à l'avant-train, sont situés à des hauteurs différentes, celui de l'avant-train est à un pied au-dessus de celui des crosses; dans cette situation, comme les axes des essieux et les points d'attache de la prolonge se trouvent dans des plans différens, une grande partie de la force se consomme en pure perte, soit pour soulever les crosses, soit pour les frottemens, soit contre le terrain, de manière à ce qu'il en reste peu pour l'effet utile. La longueur de la prolonge influe aussi beaucoup sur les effets du tirage: plus les crosses sont pesantes, plus la prolonge devra être courte; plus elles seront légères, plus on pourra l'allonger. Ce mode d'attelage fatigue extraordinairement les chevaux; cependant, malgré ses défauts, on l'emploie volontiers, on ne le quitte que difficilement. La préférence qu'on lui accorde, est bien faite pour faire sentir combien est difficile la manœuvre de placer la pièce sur l'avant-train, et combien est pénible sa marche dans son encastrement de tir.

Il résulte de cette discussion, que les défauts de notre attelage à la prolonge proviennent, principalement, de la pesanteur des crosses de nos affûts et d'un avant-train trop bas; mais non pas de l'emploi de la prolonge elle-même. Ainsi, si par quelque chagement dans la construction de l'affût, nous pouvons obtenir un avant-train plus élevé et des crosses plus légères, alors resteront les avantages de l'attelage à la prolonge, débarrassés des inconvéniens qu'on lui reproche.

3° La pièce s'approvisionne au moyen de munitions qu'elle prend dans son caisson, ce qui oblige le caisson à la suivre dans toutes les circonstances et à s'établir près d'elle; il doit donc être aussi léger, aussi roulant, enfin disposé pour exécuter les mêmes mouvemens que la pièce et par les mêmes moyens; c'est ce qui n'a pas lieu. La nature du chargement du caisson exige d'autres formes et par conséquent d'autres moyens. Il est bien aussi roulant que la pièce; mais son tournant est plus grand, ses roues plus élevées le rendent plus versant, enfin il ne peut comme la pièce être mené à la prolonge; il en résulte que dans plusieurs circonstances la pièce n'exécute pas un mouvement avantageux, parce que le caisson ne peut pas la suivre, ou bien elle est obligée de l'abandonner. L'expédient imaginé pour remédier à ce grave défaut est d'avoir un petit coffret porté par l'avant-train, pour que la pièce ne soit pas prise au dépourvu; mais ce coffret contient peu de coups, sa situation qui n'est pas permanante (la seule place fixe qu'il puisse prendre sur l'avant-train étant occupée par la cheville ouvrière) le rend embarrassant.

Les caissons arrivés à leur position et formés en ligne derrière les pièces, offrent aux coups de l'ennemi, par leur volume, par le nombre d'hommes et de chevaux qui en dépendent, un massif vulnérable en tous ses points.

Ces réflexions conduisent naturellement à chercher à profiter de la place qui se trouve sur l'avant-train de la pièce, pour y placer le plus de munitions possible, ensuite à avoir des voitures légères dont tous les mouvemens soient assimilés à ceux des pièces, pour les suivre partout et assurer leur pourvoyement.

Supposons qu'on place sur l'avant-train de la pièce un coffret, que ce coffret contienne un tiers du chargement du

caisson, et qu'on veuille que la pièce ait toujours près d'elle les deux tiers de ce chargement; cette disposition pourrait s'exécuter en donnant aux caissons le même avant-train qu'à la pièce. L'avant-train du caisson pourrait alors être chargé du pourvoyement de la pièce, mais le caisson se trouverait sans avant-train pendant tout le temps nécessaire pour être échangé contre celui de la pièce, ce qui offre de grands inconvéniens, et ce qui a cependant lieu dans l'artillerie anglaise. Un autre moyen qui pourrait présenter quelques embarras, mais offrirait beaucoup de ressources pour les rechanges et pour la facilité du service des pièces, serait de faire faire ce service des caissons aux pièces par des avant-trains d'affût. Cette voiture légère, partie détachée de l'affût, pourrait le suivre partout, assurer son pourvoyement en toutes circonstances et même lui servir comme rechange; par là on augmenterait à la vérité le nombre des avant-trains dans les batteries; mais ce sont les individus qu'on augmenterait et non pas les espèces, ce qu'il faut autant que possible éviter.

TROISIÈME PARTIE.

DU TIR.

Maintenant considérons l'affût en batterie et discutons son tracé dans ses rapports avec les effets du tir. 1° Il doit pouvoir résister à la force d'explosion. 2° Permettre tous les mouvemens nécessaires pour pointer la bouche à feu, sous des angles déterminés et dans toutes les directions.

Les effets du tir contre l'affût dépendent: de l'emplacement des points d'application de cette force et de sa direction, des lignes de résistance et de leur direction. Ces effets varient avec l'intensité de la force du moteur.

Cette force emporte l'affût en arrière d'autant plus loin que son intensité est plus grande; l'expérience semble prouver qu'elle augmente en raison et du poids de la charge et du poids du projectile, mais dans un rapport décroissant. Ainsi considérant le système de l'affût et de sa pièce lancé en arrière comme un projectile, l'étendue du recul sera en raison inverse du poids du système. Si nous voulons donc obtenir un même recul pour toutes les bouches à feu, c'est sur ces deux données qu'il nous faudra régler le poids de leur système.

Le principe de l'artillerie française qui établit le poids des différens calibre et le poids des charges, d'après un rapport constant avec le poids de leurs boulets, satisfait pleinement à cette condition pour les pièces. Elle se trouve même remplie lorsqu'elles sont montées sur leurs affûts; car prenant pour établir d'après cette loi le poids des systèmes de 4 et de 12, le poids du système de 8 qui leur est intermédiaire; ce système pesant 2,000 liv., celui de 12 devra peser 2.700 liv. et l'autre 1,160. Résultat presque rigoureux, eu égard au décroissement de la force d'un calibre inférieur à un calibre supérieur. Mais ce qui est d'une toute autre importance que cette espèce d'équilibre à établir, entre la force de la puissance et le poids de la résistance, c'est le choix de l'emplacement des points d'application de cette force sur l'affût et des lignes de résistance; la solidité et la conservation de la machine en dépendent. Si l'on n'avait à opposer que le poids seul du système à la puissance de la force motrice, il faudrait qu'il fut énorme; c'est par les frottemens que ce poids procure, par le choix des points d'application de la force, par des lignes de résistance, dirigées de manière à augmenter l'intensité de ces frottemens, sans nuire à l'économie de la machine, qu'on parvient

à la maîtriser. Voyons quels effets résultent des différens emplacemens des points d'application de la force motrice.

Nous avons pour la construction de notre affût une donnée, *la hauteur des roues*, une condition à remplir: *le poids des crosses doit être assez léger pour que les deux trains puissent s'attacher et se détacher facilement.*

Les points d'applications de la force motrice sont les tourillons; on peut leur donner trois emplacemens relativement à l'axe de l'essieu : en *avant*, en *arrière*, en *dessus*. Voyons quels seront les effets qui résulteront de ces trois emplacemens pris d'abord dans un plan horizontal passant par l'axe de l'essieu, puis dans un plan horizontal passant en dessus. Supposons l'axe de l'essieu, les axes d'une pièce et de ses tourillons, et le point contact des crosses, dans le même plan horizontal (le centre de gravité de la pièce ne passant jamais au-delà de l'axe de l'essieu). Dans cette première position, quelque soit celui des trois emplacemens qu'occupe la pièce, si elle fait feu, alors l'impulsion du système a lieu et le recul est produit suivant la direction de l'axe de la pièce. Mais comme les axes de la pièce, de l'essieu, et le point de contact des crosses se trouvent dans le même plan, que la force et le poids n'ont pas dans cette hypothèse de bras levier pour transmettre leur action hors du plan des axes; il s'ensuivra que les frottemens dus à l'action de la pesanteur seront la seule puissance qui pourra arrêter le recul. Comme l'intensité des frottemens ne dépend pas seulement du poids, mais aussi de l'espèce de frottemens, les reculs de la pièce varieront d'étendue dans ces trois encastremens; ils seront d'autant moindres que la culasse de la pièce se rapprochera davantage des crosses. Ainsi dans la première supposition du plan horizontal, les trois emplacemens donnés aux tourillons n'ont d'autre influence sur l'affût, que de faire

varier l'étendue de son recul, en portant sur ses crosses un poids plus ou moins grand qui produit un frottement plus ou moins intense. Ce frottement trop faible eut laissé à la pièce un trop grand recul, on a été obligé d'en augmenter l'intensité, en disposant d'une partie de la force motrice pour l'accroître; pour cela on a opposé à cette force *deux arcs boutans ou flasques*, dont les crosses appuyent sur le sol. Alors la force motrice se décomposant en deux, une partie fait effort sur la crosse et par là augmente l'intensité du frottement, l'autre produit le recul. Mais la quotité de la force employée à augmenter le frottement, dépendant de l'inclinaison plus ou moins grande des flasques, ou de l'angle plus ou moins ouvert qu'ils font avec le sol; il est donc nécessaire de déterminer cet angle, d'après l'effort que les flasques peuvent supporter sans trop se fatiguer et même sans se briser et par contre coup leur essieu, accident qui arrive si souvent aux affûts dont les flasques sont trop courts.

Venons à la seconde hypothèse et supposons que le plan de l'axe de la pièce s'élève horizontalement au-dessus de l'axe de l'essieu, et que l'axe des tourillons occupe, dans la deuxième position, les trois emplacemens que nous lui avons donnés dans la première. Examinons les effets du tir sur l'affût dans ces trois emplacemens, la pièce étant pointée sous différens angles.

Soit l'axe des tourillons dans son emplacement au-dessus de l'axe de l'essieu, et les axes de la pièce et des tourillons dans un même plan horizontal; alors si la pièce fait feu, l'impulsion du système aura lieu horizontalement suivant l'axe de la pièce; la force qui s'opposera au recul sera ainsi que nous venons de le voir: 1° le frottement produit par le poids du système; 2° la quotité de la force motrice dirigée pour l'accroître plus ou moins, selon que les flasques feront

avec le terrain un angle plus ou moins ouvert. Mais dans cette situation où l'axe des tourillons se trouve élevé au-dessus de l'axe de l'essieu, la force motrice passant au-dessus du centre de gravité du système, imprimera à l'affût un mouvement violent de rotation autour de l'axe de l'essieu, mouvement qui n'est arrêté que par les crosses. L'effet de ce mouvement est d'appuyer fortement les crosses contre le sol, et d'augmenter ainsi le frottement qui s'oppose au mouvement du recul. L'intensité de son effet dépendant de la distance entre l'axe des tourillons et celui de l'essieu, on peut supposer cette distance telle que la force motrice placée à l'extrémité de ce bras de levier culbute le système. C'est donc une troisième force qui entre en jeu, pour augmenter le frottement, et avec d'autant plus d'énergie que le bras de levier à l'extrémité de laquelle elle agit a une plus grande longueur. Il résulte du concours de ces trois forces, pour arrêter le recul, un mouvement de réaction des flasques contre l'essieu, qui tend à le faire ployer aux endroits de son encastrement dans les flasques, où se trouvent les points d'applications des lignes de la résistance; mais l'effet produit contre l'essieu par les lignes de résistance, ne dépend pas seulement de leur angle d'inclinaison, il dépend aussi de leur point d'application contre l'essieu.

En effet supposons que nous voulions arrêter totalement le recul par une barre inflexible, qui s'appuyât par un bout à un obstacle invincible et par l'autre au milieu de l'essieu; l'essieu se ceintrera et la convexité sera tournée vers la tête de l'affût; si nous voulons l'arrêter par deux barres, en les plaçant de gauche et de droite à distance égale de l'axe de direction des forces, par exemple, à l'emplacement des tourillons, alors l'essieu se ceintrera dans un sens opposé;

C'est aussi l'inflexion de courbure que prennent tous les essieux des bouches à feu dont l'action du tir contre les crosses de leur affût est violent.

Maintenant supposons nos deux barres réunies en une seule pièce, on voit de suite combien par cette disposition l'essieu acquiert de solidité.

Continuant à laisser la pièce dans le même encastrement, son axe et celui de ses tourillons dans le même plan, supposons qu'on lui donne une inclinaison de 15°; alors la direction de la force, prenant cette inclinaison, agira par un bras de levier moins long. L'action de son mouvement de rotation dont l'effet est d'appuyer les crosses contre le sol sera moindre, mais l'effort se reportera sur les flasques. qui réagiront d'autant plus fortement contre l'essieu. Aussi est-ce sous des angles plus élevés que les essieux prennent une courbure plus grande. Les autres emplacemens des tourillons, n'ont d'autre influence sur le recul que de diminuer un peu son étendue, en donnant à la force de rotation un bras de levier un peu plus court. Quelque soit l'emplacement des points d'application de la force motrice et l'angle de sa direction, pourvu que cette ligne ne coupe pas la ligne d'inclinaison des flasques, ce qui exigerait que les pièces montées sur les affûts en usage fussent pointées sous un angle de plus de 20°, la partie de la force motrice consommée en frottement, soit dans son action pour imprimer aux flasques un mouvement de rotation, soit dans son action contre la direction des forces, est toujours consommée par les crosses. C'est contre cette partie seule de l'affût que son action a lieu, tant que l'angle sous lequel la pièce est pointée se trouve moindre que l'angle d'inclinaison des crosses.

Les crosses réagiront contre l'essieu avec d'autant plus

d'énergie que l'angle sous lequel la pièce sera pointée approchera davantage de leur angle d'inclinaison.

Nous pouvons aussi conclure de ces observations, que puisque l'emplacement des tourillons est à-peu-près indifférent relativement aux effets du tir contre l'affût, ce sera donc seulement relativement au poids des crosses qu'il faudra fixer cet emplacement. Ainsi, en supposant que le poids des crosses puisse être une quantité constante pour tous les calibres, nous voyons de suite que, relativement à l'axe de l'essieu, les encastremens du tir, pour la pièce de 4, peuvent se trouver du côté des crosses; ceux de 8 plus loin du côté de la tête de l'affût : enfin ceux de 12 au-delà de l'axe de l'essieu, mais à une distance telle, que lorsque cette pièce est placée sur son avant-train, son centre de gravité ne se trouve pas porté au-delà de l'axe de l'essieu.

Pour faciliter l'exposé du mode d'action de la force motrice sur l'affût, nous avons supposé jusqu'ici que les deux axes de la pièce étaient dans le même plan; mais il n'en est pas ainsi, l'axe de l'âme de la pièce est élevé au-dessus de l'axe de ses tourillons, le poids de la *culasse* l'emporte de 1/30 sur celui de la volée, ce qui procure dans cette partie de la pièce à la force d'explosion, un bras de levier, et un poids pour agir dans une direction constamment perpendiculaire à l'axe de la pièce, par conséquent à la direction de la force qui agit suivant cet axe.

Examinons les effets de cette nouvelle circonstance sur les différentes parties d'un affût; cette force, qui agit au moyen de la culasse, doit toujours exercer son action sur la partie des flasques comprise entre les crosses et l'essieu; ainsi c'est sur ces deux parties de l'affût que son effet doit se porter. Son effet plus ou moins grand sur l'une ou l'autre, dépendra des distances relatives de la culasse et aux

crosses et à l'essieu. Ces distances dépendent, pour chaque bouche à feu, et de l'emplacement des tourillons relativement à l'axe de l'essieu, et de la longueur de la ligne qui joint la plate-bande de culasse à l'axe des tourillons ; plus, par l'effet de ces deux causes, la culasse se trouvera rapprochée soit de l'essieu, soit des crosses, plus l'effet qu'elle exerce sur l'une et sur l'autre de ces parties sera grand. La distance de la culasse de la pièce à l'essieu n'assigne que la portion d'influence qui provient de la position du point d'application de la force ; l'angle sous lequel agit cette force, dont l'action augmente avec l'amplitude de l'angle, jusqu'à ce que l'inclinaison de l'axe de la pièce soit devenue parallèle à la ligne d'inclinaison des flasques, contribue à augmenter l'intensité de l'effort qui se porte sur l'essieu. Le *maximum* d'effet de cette force contre l'essieu, aura lieu lorsque les deux causes dont nous venons d'exposer le mode d'action, se trouveront dans la position la plus favorable pour concourir à le produire. Aussi l'obusier, pièce très courte, dont la position de la culasse se trouve très près de l'essieu, et qui se tire habituellement sous des angles assez élévés, est la bouche à feu qui ploye ou rompt le plus facilement son essieu ; tandis que la pièce de 12, dont la position de la culasse est à-peu-près à distance égale entre les crosses et l'essieu, partage son effort entre ces deux parties. Il résulte de ces observations, que la force transmise par la culasse agit dans les pièces courtes particulièrement contre l'essieu, pour le ployer de haut en bas ; que dans les pièces longues son effort se partage entre l'essieu, qu'elle tend à ployer, et les crosses qu'elle tend à appuyer contre le sol ; d'où on peut conclure qu'il sera toujours avantageux de porter, autant que d'autres conditions qui doivent être remplies pourront le permettre, la culasse le plus près des

crosses qu'il sera possible. De cette manière on ménagera l'essieu et on se procurera par les crosses un frottement qui diminuera le recul. . . . . .

Restent à examiner les mouvemens que l'affût doit permettre, pour diriger la pièce dans le plan vertical et dans le plan horizontal. Les tourillons de la pièce sont reçus dans des encastremens pratiqués dans les flasques, ils sont l'axe autour duquel la pièce exécute son mouvement de rotation. Ce mouvement lui est imprimé au moyen d'une vis de pointage, son champ de tir a pour limites les angles nécessaires à son service. La vis de pointage peut être placée plus ou moins près de l'axe des tourillons ; sa position relativement à cet axe n'est pas indifférente, plus elle sera éloignée, plus l'axe qu'elle parcourra sous le même angle aura d'étendue, par conséquent plus le pointage aura de précision ; il résultera encore de cet emplacement l'avantage de porter la pression plus près des crosses, ce qui soulage l'essieu. Ainsi, *pour les pièces courtes principalement, il serait plus avantageux de placer la vis de pointage sous le bouton de culasse que sous la plate-bande.*

Les tourillons, dans le mouvement de rotation de la pièce, éprouvent un frottement qui est en raison de leur diamètre; plus ce frottement est grand plus il gène ce mouvement de rotation de la pièce. Il faut à des tourillons plus forts un encastrement plus grand, ce qui entraîne à faire dans les flasques une plus grande entaille ; il conviendrait donc, et pour la solidité de l'affût, et pour une plus grande facilité de pointage de la pièce, *de réduire le diamètre des tourillons au minimum.*

Quant au mouvement de la pièce dans le plan horizontal, son axe et l'axe de l'affût devant toujours se trouver dans le même plan vertical, il n'y a pas d'autres moyens de lui im-

primer ce mouvement que d'agir sur les crosses. On donne aux crosses des formes arrondies; elles doivent l'être assez pour que la pièce, étant pointée sous l'angle d'inclinaison des flasques, la tangente au point de contact avec le sol soit encore horizontale ; ces formes de crosses favorisent le frottement; si elles étaient droites elles ficheraient en terre, et, par une résistance absolue au recul, leur réaction briserait l'affût.[1]

Jusqu'ici on n'avait considéré le tir que relativement à ses effets extérieurs, il convenait de le considérer relativement à ses effets sur l'affût. En envisageant la question de cette manière, nous avons été amenés à reconnaître *que le frottement est la seule et unique cause qui s'oppose à la puissance de la force motrice*; seulement, qu'il varie d'intensité suivant le poids du système, les espèces de frottement, le mode d'action de la force, l'emplacement de ses points d'application; que ces différentes causes de le produire ne résultant pas de l'emploi des mêmes moyens, elles doivent avoir des influences différentes sur la solidité de l'affût. Considérant seulement les effets principaux, il résulte de cette observation que le frottement dû au poids, agissant sans bras de levier, est celui qui attaque le moins la solidité de l'affût; que celui dû à la résistance opposée par l'inclinaison des flasques, demande que cette résistance n'ait pas lieu sous un angle trop ouvert, pour ne pas exposer l'essieu à être brisé par la résistance des crosses; enfin celui dû au mouvement de rotation étant le plus violent, et accumulant par sa force d'abattage ses effets destructeurs sur les crosses, il convient d'en détruire la cause en abaissant le centre de gravité par le rapprochement de l'axe de l'essieu et de l'axe des tourillons.

On pourrait porter beaucoup plus loin l'examen des effets du tir sur les affûts; il pourrait embrasser les moyens

de résistance des différentes parties en bois et en fer, ceux d'assemblage, etc., mais cet examen rentre dans les détails de construction, ils sont loin d'être sans importance, eux seuls assurent le succès d'une machine.

C'est une circonstance heureuse qu'en présentant des conséquences nouvelles tirées de principes déjà connus, on puisse s'aider d'expériences pour en démontrer la justesse et surtout d'expériences récentes. Les procès-verbaux des dernières épreuves faites à Lentz, sur les obusiers nouveaux, sont les pièces que nous allons produire pour appuyer les propositions que nous avançons, et en discutant les effets constatés des nouveaux obusiers sur leurs affûts, nous ferons voir que ces effets tiennent aux causes dont nous avons reconnu l'influence. Dans toute expérience faite sur des machines de même espèce, pour obtenir des effets comparatifs, il faut que les machines soumises à l'expérience soient dans les mêmes circonstances; qu'elles offrent le plus de conditions semblables; qu'enfin autant que possible elles ne diffèrent entre elles que par l'objet qu'on compare. On évite par là d'attribuer à une cause les effets qui sont dûs à une autre, et on échappe au vague absolu dans lequel nous laissent toujours des expériences établies sur un plan défectueux. A Lentz, deux obusiers de six pouces, nouveau modèle, et deux obusiers de 24, nouveau modèle, ont été mis en expérience; chacun des deux calibres a tiré avec les mêmes charges et sous les mêmes angles. Toutes les circonstances du tir pour chaque calibre ont été les mêmes. Les affûts qui ont servi aux obusiers de six pouces étaient l'un, un affût de 12 modèle de l'an XI, l'autre un affût d'obusier nouveau modèle. Ces deux affûts avaient des roues d'une hauteur égale; placés en batterie, les axes de leurs tourillons et de leur essieu se

trouvaient exactement compris dans le même plan vertical; ils ne différaient que par leur poids et par leur tracé. Si nous comparons maintenant ces deux affûts, nous trouverons : que l'affût de 12 est plus léger que celui de l'obusier ; que la distance des axes des tourillons à l'axe de l'essieu, étant dans l'affût d'obusier de un pied deux pouces. dans l'affût de 12 de un pied un pouce, cette distance est plus longue de un pouce dans l'affût d'obusier; que l'angle que les crosses font avec la ligne de terre étant de 18°, dans l'affût de 12, et de 19° 1/2 dans l'affût d'obusier, l'ouverture d'angle de l'affût de l'obusier est plus grande d'un degré et demi. Eh bien! ces deux différences, et d'un pouce dans la hauteur des tourillons, et d'un degré et demi dans l'ouverture des crosses, ont fait que l'affût d'obusier n'a pu supporter que 461 coups, tandis que l'affût de 12 en a soutenu 1183. On ne peut attribuer un résultat si différent à d'autres causes, puisque toutes les circonstances et conditions de l'expérience étaient les mêmes. Aussi la commission de Lentz, qui ne rend compte que des effets, dit-elle avec le pressentiment des causes qui les ont produits, *que cet affût casse ses bandes d'essieu, ses chevilles à mentonnet, qu'il rompt et ceintre ses essieux facilement; accidens qui se présentent rarement avec l'affût de 12.*

Maintenant comparons les affûts qui ont servi aux obusiers de 24; l'un était un affût de 8, l'autre un affût d'obusier nouveau modèle. Ces deux affûts avaient les mêmes roues, les axes de leurs tourillons à-peu-près semblablement placés au-dessus de l'axe de l'essieu; ils différaient et par le poids et par le tracé. L'affût de 8 était beaucoup plus léger; la ligne joignant l'axe d'encastrement des tourillons et l'axe de l'essieu était de onze pouces, l'angle d'inclinaison de ses flasques de vingt-un pouces; ainsi cet affût portait

l'axe des tourillons de son obusier trois pouces moins haut au-dessus de l'axe de son essieu que l'affût d'obusier nouveau modèle, et la ligne d'inclinaison de ses flasques avait un degré et demi de plus. Ceci établi, d'après les principes posés précédemment, l'obusier de 24 placé sur l'affût d'obusier nouveau modèle, agissant par un bras de levier plus grand, et d'autant plus grand que la pièce étant plus légère, le centre de gravité de son système se trouvait plus bas que dans l'obusier de six pouces, toute son action devait se porter contre l'essieu et les ferrures environnantes. Il est évident que le même obusier placé sur l'affût de 8, ayant les axes de ses tourillons et de son essieu très rapprochés, dirigeant l'intensité de son action à l'endroit de l'encastrement de route, très près de la ligne d'inclinaison des flasques, devait faire éclater les flasques contre lesquels il agissait, à-peu-près suivant la direction des fibres du bois, et cela d'autant plus facilement que par le ceintre de mire le bois étant contre-taillé, les fibres suivant lesquels la force agit pour porter l'affût en arrière n'ont pas la même direction que ceux par lesquels il résiste au recul. *Aussi l'obusier de 24 monté sur l'affût d'obusier a-t-il cassé ou ployé onze essieux, et monté sur l'affût de 8 a-t-il fait éclater six flasques.*

Ainsi le raisonnement et l'expérience s'accordent pour établir les conséquences que nous avons déduites.

CONCLUSION.

Nous avons successivement placé un caisson et un affût dans toutes les circonstances de leur service, nous avons établi toutes les conditions auxquelles ces voitures doivent satisfaire, et après avoir mis en présence toutes les causes qui pouvaient contrarier ou favoriser l'accomplissement

de ces conditions, nous avons établi, par la discussion, les principes généraux d'après lesquels on devait se diriger pour les remplir le plus avantageusement possible. Ces principes établissent, relativement au tirage, que:

1° Le centre de gravité de la charge, dans les voitures à deux roues, doit passer en avant de l'axe de l'essieu d'une quantité telle, que si cette voiture est placée sur une rampe d'environ 15 degrés, ce centre ne passe jamais au-delà de l'essieu. Dans les voitures à quatre roues, le centre de gravité doit être tenu plus près de l'essieu de derrière que de l'essieu de devant.

2° La hauteur des roues doit être de 54 à 56 pouces environ; le diamètre des fusées doit être un minimum dans la limite nécessaire à leur solidité; la largeur des jantes un maximum, dans la limite fixée par la pesanteur qu'il est permis de donner à la roue, et par les autres considérations de construction.

3° Dans la voiture à avant-train, les roues des deux trains doivent être d'une égale hauteur.

4° Les brancards doivent être le plus rapprochés ou réduits à un seul s'il est possible, pour donner à l'avant-train plus de tournant, aux roues une plus grande hauteur, et pouvoir tenir les axes des essieux et les points d'attache des deux trains dans le même plan.

5° La direction des forces sera la plus avantageuse, si les points d'attache des traits, à l'avant-train et aux colliers, sont dans un même plan passant par les axes des essieux et le poitrail du cheval.

6° L'attelage à timon doit être préféré à l'attelage à limonière à bras fixes ou mobiles; mais pour cela il faut que l'avant-train soutienne son timon, qu'il en modère les mouvemens latéraux par un frottement doux et uniforme, qu'il

lui laisse les moyens de pouvoir s'élever et s'abaisser facilement. S'il ne remplissait pas ces conditions, qui déterminent ses avantages sur l'avant-train à limonière, autant vaudrait employer celui-ci.

Relativement à la manœuvre, ils établissent :

Pour la manœuvre préparatoire, qui demande qu'on puisse passer rapidement des dispositions de route aux dispositions de combat:

1° La suppression de l'encastrement de route.

2° Des crosses dont le poids à soulever, n'excède pas 260 liv.

3° Le point d'attache des crosses à l'avant-train à-peu-près à la hauteur du dessous de son essieu.

Pour la manœuvre à la prolonge :

4° Des crosses légères.

5° Un avant-train élevé.

6° Une prolonge d'autant plus courte que les crosses sont plus pesantes.

Pour les moyens d'approvisionnement :

7° Que la pièce soit toujours pourvue du tiers du chargement du caisson, condition que réclame l'emplacement d'un coffret sur la selette de l'avant-train.

8° Que le service des munitions aux pièces se fasse rapidement, en exposant le moins de matériel possible ; condition qui emporte l'emploi des voitures légères, dont les formes permettent d'exécuter les mêmes mouvemens que les pièces au service desquelles elles sont attachées :

Relativement au tir, ils établissent que :

1° Le poids d'une bouche à feu et de son affût, doit être proportionnel au poids de la charge de guerre et de ses projectiles.

2° Le frottement doit être la seule et unique cause qui

s'oppose à la puissance du recul ; à cet effet les roues doivent être parfaitement rondes, les jantes larges, et les crosses arrondies de manière à ce que la tangente au point du contact avec le sol soit encore horizontale, lorsque la pièce est pointée sous l'angle d'inclinaison des flasques.

3° Le frottement dû au poids, agissant sans bras de levier, est celui qui attaque le moins la solidité de l'affût.

4° Le frottement dû à la force qui agit suivant l'axe de la pièce, produit par l'inclinaison des flasques et par le mouvement de rotation qu'elle tend à imprimer, demande pour que la réaction des crosses contre l'essieu n'agisse pas avec trop de violence ; 1° que l'inclinaison des flasques, qui dépend de leur longueur et de la hauteur des roues, n'ait pas lieu sous un angle trop ouvert ; 2° d'abaisser le centre de gravité, en rapprochant le plus possible le plan de l'axe de l'essieu du plan de l'axe des tourillons ; 3° d'opposer la résistance la plus grande au milieu de l'essieu; ce qui conduit à n'avoir qu'un seul flasque ou semelle, dont la tête s'engage pour soutenir toute la partie de l'essieu comprise entre les embases de la pièce, et dont la crosse arrondie vient aboutir à terre en s'amincissant.

5° Les encastremens des tourillons, doivent être portés aussi près des crosses que le permettent les autres conditions; principalement dans les pièces courtes ; par là le point d'application de la force qui agit perpendiculairement à l'axe de la pièce, se trouve porté en arrière, ce qui ménage l'essieu contre lequel l'action de cette force a lieu principalement.

6° Le diamètre du tourillon doit être un minimum dans la limite de la résistance.

Maintenant, comparons l'artillerie anglaise à l'artillerie française, et voyons jusqu'à quel point les changemens apportés dans les formes de quelques parties de cette artille-

rie, ont rendu plus faciles les conditions que toute artillerie doit chercher à remplir.

Les flasques de l'affut anglais au lieu de se prolonger jusqu'à terre, comme dans l'affut français sont au contraire très-courts. Une flèche, dont la tête forme l'entretoise qui les assemble, se prolonge jusqu'à terre, où elle s'appuye par une crosse ; cette flèche unique sert d'arc-boutant à l'affut dans le tir, et de liens aux deux trains dans le tirage ; de cet emploi d'un flasque au lieu de deux, il résulte, ainsi que nous l'avons prouvé, que l'affût anglais peut satisfaire aux conditions les plus importantes du tirage. Ses roues d'avant-train ont même hauteur que celles de l'arrière, cette hauteur est de 56 pouces.

Les axes des essieux se trouvant dans le même plan, et ce plan passant à hauteur du poitrail du cheval, on a pu placer dans ce plan, et les points d'attache des traits et ceux de la direction des forces. Dans l'affût français, dont les deux flasques se prolongent parallèlement aux flancs de la pièce, jusqu'à terre, on a été obligé pour remplir les conditions du tournant, de baisser les roues d'avant-train, d'élever pour atteindre le niveau du train de derrière l'échaffaudage d'un corps d'essieu en bois et d'une sellette, d'où il résulte tous les désavantages attachés à des trains qui ont des roues de hauteurs différentes, et la perte pour l'effet utile d'une force mal appliquée.

Sous le rapport de la manœuvre, l'affût anglais offre aussi des avantages marqués ; la crosse unique est plus légère que les deux crosses de l'affût français ; le point d'attache des deux trains est un simple crochet placé contre la sellette et près de l'axe de l'essieu ; outre qu'il laisse le dessus de l'avant-train libre pour y placer un coffret, il se trouve à hauteur convenable et sous la main du canonnier. Ainsi par des

crosses moins pesantes, par un emplacement du point d'attache mieux choisi, est rendue plus prompte la manœuvre d'ôter et de placer l'avant-train ; manœuvre longue et pénible pour l'affût français, à cause du poids des crosses, de la hauteur et de l'emplacement de la cheville ouvrière.

Les Anglais adaptent à leurs avant-trains au lieu d'un timon, une limonière à bras mobiles; par là leur avant-train se trouve débarrassé des armons et de la sassoire, ce qui permet d'approcher plus librement, soit pour accrocher la crosse, soit pour prendre des munitions dans le coffret; mais à ces avantages sont sacrifiés ceux de l'avant-train à timon, qui permet l'emploi de la prolonge sans trop fatiguer les chevaux, ce que ne permet pas l'avant-train à limonière, surtout chargé d'un coffret.

La nature des avantages de l'avant-train à timon, qui tiennent principalement à la faculté, dont jouissent les chevaux, de pouvoir suivre leurs allures naturelles et d'aider à leur conservation, sont trop précieux pour qu'on puisse les sacrifier à ceux d'un peu plus de facilité dans le service ; mais pour ne pas perdre cette facilité, qu'il importe de conserver, on aura à chercher les moyens d'adapter à cet affût modifié l'avant-train à timon.

Les Anglais ont adapté à leurs caissons, la construction qui, sous le rapport du tirage, était si avantageuse à leurs affûts; alors ils ont pu avoir pour le caisson le même avant-train que pour l'affût, faire le service des munitions à la pièce avec l'avant-train du caisson, et placer pendant l'action cette voiture à l'abri des feux de l'ennemi ; par là aussi un seul modèle de roues suffit à leurs voitures de campagne. Mais ce mode de pourvoyement laisse des caissons dépourvus d'avant-trains. Ici les avantages et désavantages se balancent, c'est à l'expérience à décider.

Quant aux conditions que l'affût anglais doit remplir pour le tir des bouches à feu, son tracé est à-peu-près le même que celui de l'affût français et les inconvéniens, que nous avons fait remarquer, se font principalement sentir dans l'affût d'obusier. Cependant ils ont saisi l'avantage de porter la vis de pointage sous le bouton de culasse, et il est résulté de l'emploi d'un seul flasque, que l'essieu appuyé solidement au milieu, son point le plus faible peut alors résister à un plus grand effort.

Ainsi il résulte de cette discussion sur l'artillerie anglaise, que c'est principalement sous le rapport du tirage et de la facilité d'attacher et de détacher les deux trains, que cette artillerie s'est perfectionnée ; mais en adoptant l'avant-train à limonière, elle s'est jetée dans tous les inconvéniens de cet attelage, inconvéniens qui écartent l'emploi de la prolonge si favorable, et peut-être indispensable aux manœuvres qui se font près de l'ennemi (1).

Nous voilà au terme de la discussion; on voit que nous sommes arrivés à reconnaître pour l'affut, les avantages qui résultent d'une seule crosse, dans la *manœuvre* et dans le *tir*, et dans le *tirage* pour l'affût et le caisson. Mais pour appliquer les principes que nous avons dévoloppés à la construction des voitures, il faut des données que nous n'avons pas; nous avons bien fait voir que l'inclinaison des crosses, la hauteur des tourillons au-dessus de l'axe de l'essieu, leurs différens emplacemens, exercaient une influence sur le recul ; mais nous n'avons pu déterminer les différens degrés d'influence que chacune de ses lignes exerce ; des essais seuls peuvent le faire.

(1) la limonière anglaise n'a pas tous les défauts que lui reproche l'auteur du mémoire et elle n'exclut pas l'emploi de la prolonge.

Nous proposons en conséquence d'adopter en principe pour la construction des affuts.

1° L'affut à un seul flasque.

2° L'avant-train à timon.

3° Les moyens d'attache des deux trains simplifiés.

4° Le placement du coffret sur l'avant-train.

MÉLANGES.

Invitation aux navires baleiniers d'être attentifs aux traces de l'expédition du brick la Lilloise, *commandé par M. Jules de Blosseville, dans les mers du Groenland.*

Lorsqu'en 1832 on n'avait plus de nouvelles du capitaine Ross, qui depuis trois ans était retenu dans les glaces polaires, les journaux anglais crurent devoir appeler sur lui l'attention des marins et particulièrement des baleiniers qui fréquentent les mers arctiques, en les invitant à ne rien négliger de tout ce qui pourrait s'offrir à eux, et leur paraîtrait de nature à mettre sur les traces de l'intrépide navigateur.

Notre tour est venu d'invoquer la sollicitude générale pour le jeune officier auquel le gouvernement français a confié une mission dont l'issue commence à donner les plus vives inquiétudes.

La canonnière-brick *la Lilloise*, commandée par M. Jules de Blosseville, lieutenant de vaisseau a été expédiée de Dun-

kerque dans la nuit de 2 au 3 juillet 1833, pour protéger la pêche de la morue, sur les côtes d'Islande. M. de Blosseville était aussi chargé de tenter l'approche des côtes de Groenland et d'en faire l'exploration; mais, d'après ses instructions, il devait être de retour en France dans le courant du mois de septembre. *La Lilloise* n'est cependant pas revenue, et le gouvernement n'ayant aucune nouvelle depuis le mois d'août, a écrit, le 3 janvier 1834, aux consuls que leur position dans les places maritimes du nord mettait le plus à même de s'enquérir du sort de ce bâtiment, de faire tout ce qui dépendrait d'eux pour recueillir quelques indications à ce sujet.

Enfin, le 7 mai dernier, la canonnière-brick *la Bordelaise*, de 8 canons, commandée par M. Dutaillis, lieutenant de vaisseau, est sortie du même port de Dunkerque avec ordre d'aller à la découverte de *la Lilloise*.

Le silence qui continue à régner sur la destinée de cette expédition nous fait un devoir d'associer nos moyens à ceux que l'on a déjà employés pour sortir de la plus cruelle anxiété, et nous prions instamment tous les journaux français et étrangers qui s'occupent de marine, de s'unir à nous dans la même intention.

La lettre que nous a adressée M. Ernest de Blosseville, frère du navigateur, est le document le plus récent et le plus instructif que nous puissions publier en ce moment :

Amboy, le 1er janvier 1834.

« Monsieur, je viens de parcourir les dernières lettres de mon frère et quelques documens dont vous avez bien voulu me demander des extraits.

» Plusieurs articles insignifians, et pour la plupart en

quelques lignes seulement, ont été reproduits par divers journaux. Il en est un que j'ai suivi pendant trois mois dans ses voyages de Paris en province, et de la province à Paris. Les journaux de Rouen et de Dunkerque : le *Mémorial dieppois*, la *Gazette de Flandre et d'Artois* et celle du *Midi*, se sont particulièrement occupés du triste retard de *la Lilloise*, mais ces feuilles se bornent à des généralités ; elles expriment des craintes et des vœux ; elles ne contiennent point de nouvelles.

» Le *Mémorial dieppois* avait émis d'abord l'opinion d'une relâche en Norwège pour des expériences sur le magnétisme. On avait pensé aussi que, revenue tard en Islande, avec quelques avaries, *la Lilloise* y avait subi un hivernage forcé. Mais toutes ces suppositions sont aujourd'hui évanouies. C'est à la pensée d'un hivernage qu'il faut désormais s'arrêter.

» Parti de Dunkerque le 4 juillet, mon frère m'a écrit le 19 de Nord-Fiord, côte E. d'Islande. Déjà ses collections étaient intéressantes, et il adressait un rapport au ministre. Le 5 août, il m'écrivait sortant de Vapnafiord ; et le lendemain de la côte N. E. d'Islande. Tout dans ces deux lettres respirait la confiance et la satisfaction. Le 29 juillet, il avait découvert une dixaine de lieues de la côte orientale de Groenland, non figurées sur les cartes, et il en envoyait la carte au ministre ; je sais qu'elle est arrivée.

» La terre découverte ainsi, s'étend de 68° 34' à 68° 55' de latitude N., et de 27° 17' à 28° 2' de longitude O. Il n'y avait jusqu'alors que des noms anglais ou danois sur les cartes de ces parages. Des noms français y figureront désormais, et entre autres ceux de Rigny, Gourdon, Grivel, d'Aussy, Beaupré, Brongniart, Tupinier, Coster, Pouyer, Bréauté, d'Aunay, Rulhière,

» C'était vers le même point qu'il se dirigeait avec l'espoir de completter sa découverte. « Les glaces, m'écrivait-il pour me rassurer, sont impénétrables, et c'est sans danger en me tenant en dehors d'elles, comme sur une côte, que j'espère terminer d'ici à vingt jours ma reconnaissance dont je donnerai moi-même des nouvelles avant peu, si je puis encore trouver des bateaux de pêche. »

» Il se louait beaucoup de ses officiers, de son pilote *De France*, de tout son équipage; mais il parlait en même temps du plaisir du retour.

» Une voie d'eau assez grande s'était déclarée en sortant de Rochefort, mais elle avait été réparée complettement. Il m'écrivait le 9 juin, devant l'île d'Aix: « *La Lilloise* est en parfait état et navigue très-bien. » Le 16 juin, il m'écrivait encore: « Je suis content de mon navire. Nous emportons de bons vêtemens et de bonnes bottes. J'ai tous les vêtemens de l'équipage en bon état.

» D'après certains détails domestiques contenus dans toutes ces lettres, je ne puis croire à un hivernage volontaire; mais j'ai l'intime conviction que mon frère nous reviendra après beaucoup de privations et de travaux. Je suis on ne peut plus sensible à l'intérêt que vous voulez bien lui porter.

» Recevez-en de nouveau tous mes remercîmens, et agréez, etc. »

E. DE BLOSSEVILLE.

BULLETIN.

Histoire, topographie, antiquités, usages, dialectes des Hautes-Alpes, avec un atlas; deuxième édition, par J.-C.-F. Ladoucette, ancien préfet du département, membre de plusieurs académies françaises et étrangères (1).

La première édition de cet ouvrage, classique pour les administrateurs, est depuis longtemps épuisée: dans un voyage, fait en 1829 au milieu de ce département, qu'il avait enrichi des bienfaits de son administration, l'auteur a recueilli de nouveaux matériaux pour cette seconde édition, qui diffère essentiellement de la première par le nombre et l'importance des matières; cette fois M. Ladoucette a mis son nom en tête de l'ouvrage, revendiquant ainsi l'éloge ou le blâme de ses actes, de ses projets, de ses paroles: le lecteur philanthrope, après en avoir pris connaissance, regrettera, sans doute, que tous les administrateurs ne puissent ainsi faire à leur avantage le tableau fidèle de leurs actes; l'ouvrage est dédié aux habitans du département des Hautes-Alpes, avec lesquels l'auteur s'est uni pendant sept années d'une honorable administration, et depuis par les souvenirs souvent renouvelés d'estime et d'attachement.

Ce livre, formant un volume de près de 700 pages, se compose de cinq parties, auxquelles des notes, une table de matières et un atlas sont joints.

(1) Paris, chez Fantin, rue des Beaux-Arts, n° 9.

La première partie fait le tiers de l'ouvrage ; le pays y est décrit topographiquement par bassins, vallées et vallons ; cette division indiquée par la nature même, peut ainsi être résumée :

Bassin de la Durance,	25 vallées,	4 vallons.
id. du Guil ou de Queyras,	9 vallées,	2 vallons.
id. du Buech,	14 vallées.	
id. d'Aigues,	4 vallées.	
id. du Drac,	7 vallées.	
Total. 5 bassins,	59 vallées,	6 vallons.

Le tableau fidèle et pittoresque de ces 70 bassins, vallées ou vallons passe sous les yeux du lecteur, qui, sans cesser de voir l'ensemble du pays, peut pour ainsi dire étudier jusqu'aux moindres localités ; des vues d'amélioration relatives à un grand nombre de communes, rendent cette partie précieuse pour les habitans des Hautes-Alpes, et pour les administrateurs de tous les pays de montagnes qui forment près du tiers de la France : l'économiste rectifiera ses théories aux meilleures sources, et l'homme de guerre ne pourra au milieu de ce pays, se passer de cette topographie des Hautes-Alpes.

Donnons une idée de la manière et de l'exactitude de l'auteur par quelques citations.

« Ces champs, de produits variés, les prairies qui s'éten-
» dent jusque sous des vastes forêts de mélèzes qui couronnent
» les montagnes ; sur celles-ci d'immenses pâturages et une
» foule de plantes rares ; quelques villages presque tous
» épars, des hameaux dont la plupart ne sont habités que
» pendant la belle saison ; des canaux qui sur des échafauda-
» ges soutenus par des quartiers de rocs, au-dessus du Guil,

» portent la fécondité d'un côté à l'autre du vallon : tel est » l'aspect général du Queyras.

» A la partie briançonnaise de la combe du Veyer, on a » exécuté dans le roc une rectification de chemin qui a permis » de supprimer deux ponts, et on en a reconstruit deux » autres sur le Guil : il faut bien passer sur cette combe en » venant de Guillestre ou de Mont-Dauphin. C'est une sorte » de gouffre, serré entre deux rangs de montagnes où appa- » raissent des pins et des rochers arides ; il est presqu'en- » tièrement occupé par le Guil. Le hameau du Veyer semble » une oasis dans cette Thébaïde ; mais en le quittant, on est » étouffé par les montagnes qui se rapprochent, finissent » par se toucher et obligent le voyageur à marcher sous un » rocher qui lui dérobe la vue du ciel. Les pierres qui se » détachent et tombent perpendiculairement, surtout dans » un temps de pluie, rendent ce détroit extrêmement dan- » gereux. Enfin il s'élargit, les montagnes s'écartent et l'on » aperçoit à gauche le territoire d'Arvieux, et à droite le » chemin qui mène aux autres communes du canton.

» L'hiver, dans le Dévoluy, dure sept à huit mois ; en » 1816, il a gelé ou neigé fréquemment en été ; la plupart des » récoltes n'ont été ramassées, sous la neige même, qu'en » décembre et janvier. Dans les Hautes-Alpes, on dit d'un » homme lent en affaires : il est long comme l'hiver en » Dévoluy.

» Le réduit qu'habite l'indigence est une espèce de caverne » où la lumière pénètre à peine à travers un papier huilé, » presque toujours déchiré, appliqué sur un châssis ver- » moulu et en partie brisé. On y manque souvent de pain : » les alimens habituels y sont des herbes, des racines et des » escargots. Il n'y a dans le Dévoluy que quelques mauvais

» cabarets où l'on risque de manquer de tout, si le panne-
» tier de Veynes n'a pas paru, si le muletier est en retard
» d'apporter l'outre: le canton ne renferme ni cafetier, ni
» boucher, ni boulanger. Le pain de ménage se com-
» pose de farine de seigle grossière et non blutée (les
» moulins n'ont pas de bluteaux), mêlée quelquefois de
» farine d'avoine et de son de froment, que par économie on
» importe dans le canton. Ce pain est mal travaillé, mal levé,
» mal cuit, ce qui le rend noir, lourd et peu nutritif. On en
» offrit devant moi à un chien de berger; qui, après l'avoir
» flairé, se retira avec une espèce de honte, comme si l'on
» avait voulu lui faire affront.

» Le service divin a été plusieurs fois suspendu par l'im-
» possibilité où les fidèles se trouvaient d'y assister, à cause
» des intempéries.

» En février 1817, un voyageur entra chez un maire pour
» s'y rechauffer; celui-ci n'ayant point de feu apporta de la
» paille fraîche: avant de l'allumer, il ôta la plaque d'un
» four placé au-dessus du foyer, et il en sortit cinq ou six
» enfans poudreux qui y profitaient d'un reste de chaleur. Ce
» trait peint la pénurie de bois de chauffage. La femme qui
» manque de bois pour faire sècher le linge de son enfant au
» maillot, étend ses langes sur le dos d'une mule ou d'une
» bourrique; le voisin l'aide à appliquer le bât par dessus et
» ce bât y reste jusqu'à ce que la chaleur de l'animal ait fait
» sécher les toiles.

» Ce climat si dûr, ce dernier asile que l'espèce humaine
» puisse habiter, est, dans la belle saison, par la pureté de
» son air et l'excellence de ses plantes, la terre promise des
» moutons d'Arles; on peut bien en compter 45 à 50,000.
» Les eaux ne sont pas communes dans les montagnes calcaires:
» aussi parfois y passent-ils quinze jours sans boire; mais ils

» abordent des tas de neiges, où la fraîcheur de la nuit les » rétablit et la rosée les désaltère. On sait qu'en été ils crai- » gnent le soleil, ils se rapprochent, s'entassent par groupes » et chôment, suivant le langage du pays. C'est avec les » bailes de la Crau d'Arles qu'il faut venir ici prendre ou » donner des leçons sur l'éducation des troupeaux. Que » d'anciennes routines cachent des expériences inaperçues du » théoricien.

» Sur les confins de Saint-Etienne et de Saint-Didier, à » droite de la Souloize, se trouve une caverne dont l'entrée » est étroite et perpendiculaire : une fontaine, qui passe pour » bonne contre la gravelle, y coule ; on y voit des cavités hor- » ribles qui descendent vers le nord. Lorsque le vent appelé » la lombarde a régné dix jours avec violence, un bruit sourd et » qui va en augmentant pendant une heure, précède un fleuve » d'eau qui, jaillissant avec impétuosité contre le rocher, con- » tinue quelques jours suivant la durée et la force du vent. »

Auprès ou au-dessus de ces pays sauvages ou malheureux existent des vallées riantes, couvertes de riches moissons que le voyageur se plaît à visiter, je regrette que le cadre de ce recueil ne me permette pas d'opposer leurs brillans tableaux aux précédens.

Après la topographie, l'histoire des Hautes-Alpes forme la neuvième partie de l'ouvrage entier ; l'auteur s'est appliqué à la classer par époques caractéristiques ; il parle successivement du pays :

1° Avant la conquête par les Romains jusqu'en 599 de l'ère chrétienne ;

2° Sous la domination romaine jusqu'en 435 ;

3° Sous les rois bourguignons, francs, dit d'Arles, de 435 à 1167.

» dans ses champs, coupent ses grains et les mettent à l'abri
» des intempéries.

» Si une pièce de bétail s'estropie dans un pâturage, la
» perte en est répartie entre tous les habitans.

» Autrefois, après un incendie, les consuls et les curés se
» concertaient sur les moyens de secours les plus efficaces;
» on excitait en chaire le zèle des habitans; on allait de mai-
» son en maison recueillir des offrandes, qu'on portait aux
» administrateurs des villages incendiés; les malheureux
» n'étaient pas obligés d'aller solliciter la pitié, et les bois
» communaux ou particuliers leur procuraient promptement
» les moyens de reconstruction.

» L'arrondissement de Gap n'est pas en arrière dans cette
» lutte glorieuse. Au pays de Valgodemard, les avalanches
» s'étaient précipités avec fracas, en 1807, sur cinq hameaux
» de Guillaume Pérouse, qui disparurent entièrement;
» M. Guilbert, maire de cette commune, et M. Duserre-Tel-
» mont, curé, réunirent tous les hommes robustes; quoique
» au nombre de cent-vingt, ils furent dix heures pour se
» frayer un sentier à travers les neiges, jusqu'au premier
» hameau, qui n'était distant du chef-lieu que d'environ
» douze cents mètres. Le maire divisa son monde par pelo-
» tons; ils travaillèrent pendant deux jours, et après avoir
» fouillé plus de quatorze mètres dans la neige, ils décou-
» vrirent les chaumières dont les habitans avaient enfoncé les
» portes dans l'intention de se procurer de l'air. Les malheu-
» reux étaient à demi-morts; on les retira de cette espèce de
» souterrain et on les rappela à la vie par le moyen des cor-
» diaux et du feu que le maire avait fait apporter. Il recueillit
» chez lui une famille entière. Cet exemple fut suivi par tous
» les habitans aisés, et grâce à la Providence, pas un seul ne

Charles duc de Normandie ; ce fils aîné de Jean, régna ensuite sous le nom de Charles V; Humbert II avait imposé au chef de cette nouvelle race l'obligation de conserver à perpétuité les noms et les armes des dauphins. Le lendemain de l'abdication, l'ex-dauphin prit l'habit religieux et fut créé patriarche d'Alexandrie par le pape Clément VI.

Depuis lors l'histoire du Dauphiné fait partie de celle de la France; mais comme cet apanage relevait de l'empire, aussi bien que de la Provence, on pourrait croire, fait observer l'auteur, que la propriété seule, et non la souveraineté du droit, passa dans la maison de nos rois.

Les nouveaux dauphins furent en apparence vice-rois; ils avaient leur chancelier garde-des-sceaux, mais la Provence jouissait de beaucoup de prérogatives; on lira avec plaisir dans cette dernière période des observations sur la manière dont Louis X, jeune encore, préludait au pouvoir absolu: les guerres de religion et autres, et surtout les exploits de Lesdiguières, ce grand homme de guerre du XVIe siècle; les savantes campagnes de Berwick et de Catinat, les traits plus récens de patriotisme et de courage intéresseront également le militaire pour qui toute cette partie sera un sujet d'études et de méditations.

En ordonnant l'ouverture du Mont-Genèvre et l'amélioration des routes du pays, Napoléon fut le plus grand bienfaiteur des Hautes-Alpes : c'est par Sisteron, Gap et Grenoble, qu'il vint en 1815 ressaisir le pouvoir; c'est près de Lamure qu'eut lieu cette première rencontre entre sa petite escorte et les soldats français qui lui exprimèrent si énergiquement et leurs répugnances et leurs sympathies; rencontre célèbre, si heureusement représentée dans l'un des plus estimables tableaux de la dernière exposition; le nom et quelques traits

de cette grande figure des temps modernes, devaient donc trouver place à la suite de cette partie historique.

Si les bons souverains sont ceux sous lesquels on s'honore d'avoir servi, Napoléon doit occuper parmi eux le premier rang ; aujourd'hui encore les notabilités réellement populaires et européennes datent en grande partie de cette époque glorieuse de notre histoire ; les familles comme les individus s'empressent à revendiquer l'honneur d'un service rendu sous le grand homme ; un éloge et souvent même quelques mots de lui : c'est la grande épopée populaire où les moindres places sont et seront de plus en plus briguées.

Rappelons les paroles que Napoléon adressait à Paris, le 20 mars 1815, à l'ancien préfet des Hautes-Alpes.

« Je vous renvoie dans vos Hautes-Alpes, lui disait-il, » vous avez bien employé l'argent que je vous ai donné, » nous vous devons de beaux chemins ; nous en avions grand » besoin. Ces habitans sont bons, vous aviez raison ; hommes, » femmes, vieillards, enfans, ont accouru ; ils m'ont accom- » pagné jusqu'à Grenoble ; tous voulaient venir avec moi à » Paris, et il y en a ici un bon nombre. Vous vous souvenez » de notre convention, elle tient plus que jamais. Je veux » couvrir ce pays de bienfaits, vous en serez le dispensateur. » Ils m'ont parlé de vous, ils vous aiment, je leur ai dit que » je vous renverrais dans les Hautes-Alpes, je ne vous y lais- » serai pas longtemps, cherchez dans votre imagination tout » ce qui pourra leur prouver ma reconnaissance ; qu'elle » éclate dans tous vos actes, vos écrits, vos discours : mes » ministres auront l'ordre de faire tout ce que vous demande- » rez. » L'empereur s'éloigna, mais se rapprochant ensuite il reprit : « *Entretenez sans cesse ces bons habitans de mes* » *sentimens pour eux, répétez-leur que, dans quelque circons-*

évidente que par les soins de tous genres que l'on a pris pour que son exécution réponde aux progrès de la science et des arts. Il procure un répertoire unique pour discuter les faits les plus mémorables des guerres de tous les âges. On y trouve exposés la force numérique des combattans, l'emplacement des armées opposées, les plans d'attaques, les manœuvres d'action dans les principaux momens, et enfin leurs résultats.

Les livraisons jusqu'à présent publiées ne laissent rien à désirer, tant pour l'exactitude et la clarté des positions que pour les soins apportés aux détails du terrain. Le talent supérieur avec lequel l'auteur de ce grand ouvrage a déjà redigé le dictionnaire des siéges et des batailles, donne lieu de conjecturer que l'Atlas, qui en est en quelque sorte le tableau figuratif, n'aura pas moins de succès. Celui-ci mérite comme le premier d'être mis au rang des livres qui peuvent avoir une grande influence sur les progrès des sciences militaires. Sous ce rapport il est utile de le recommander, pour être placé dans les bibliothèques formées pour l'instruction des officiers.

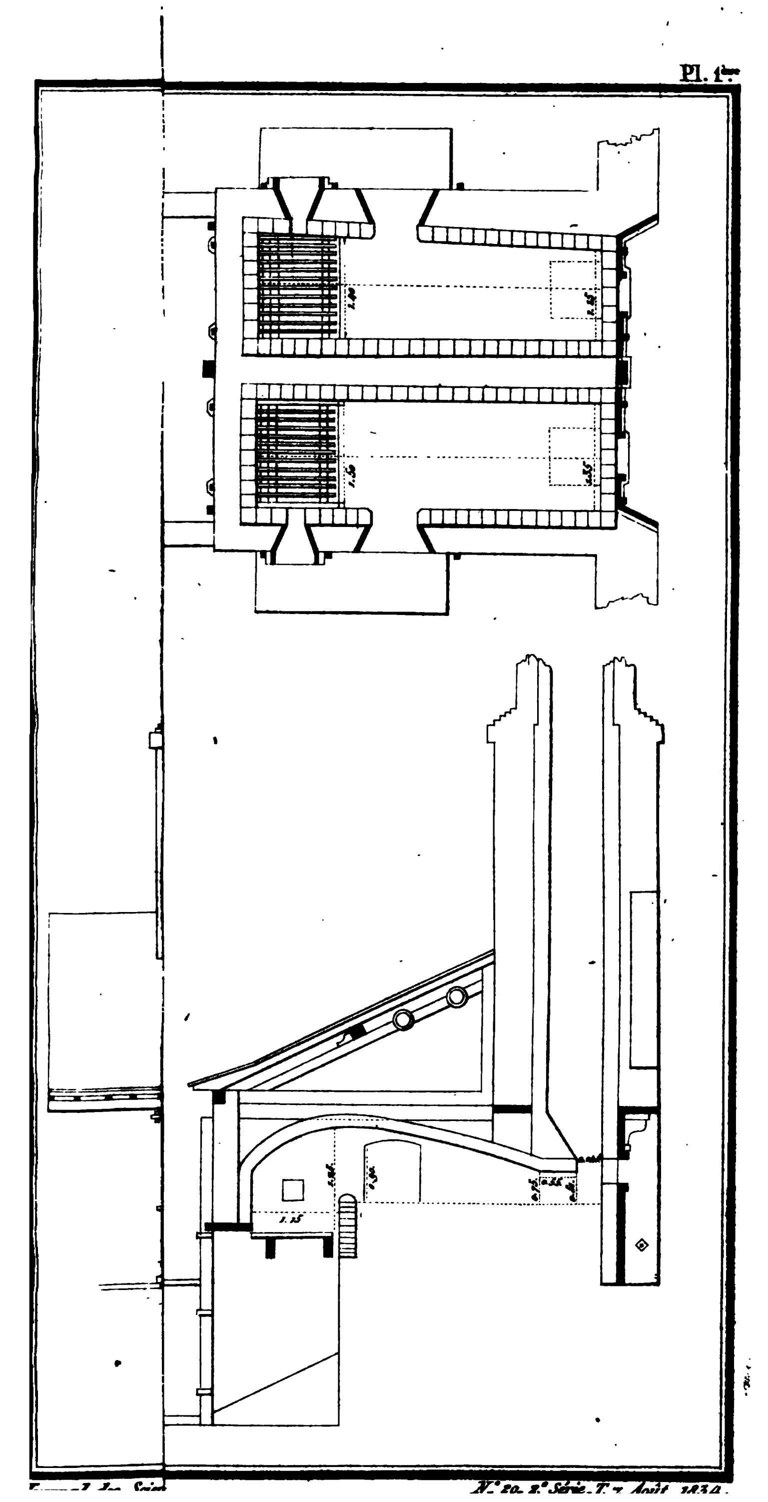
Le lieutenant-colonel DENAIX.

ERRATUM. C'est par erreur que l'article sur l'ouvrage de M. de Mauduit est signé A. de L., la personne à laquelle appartiennent ces initiales y étant totalement étrangère.

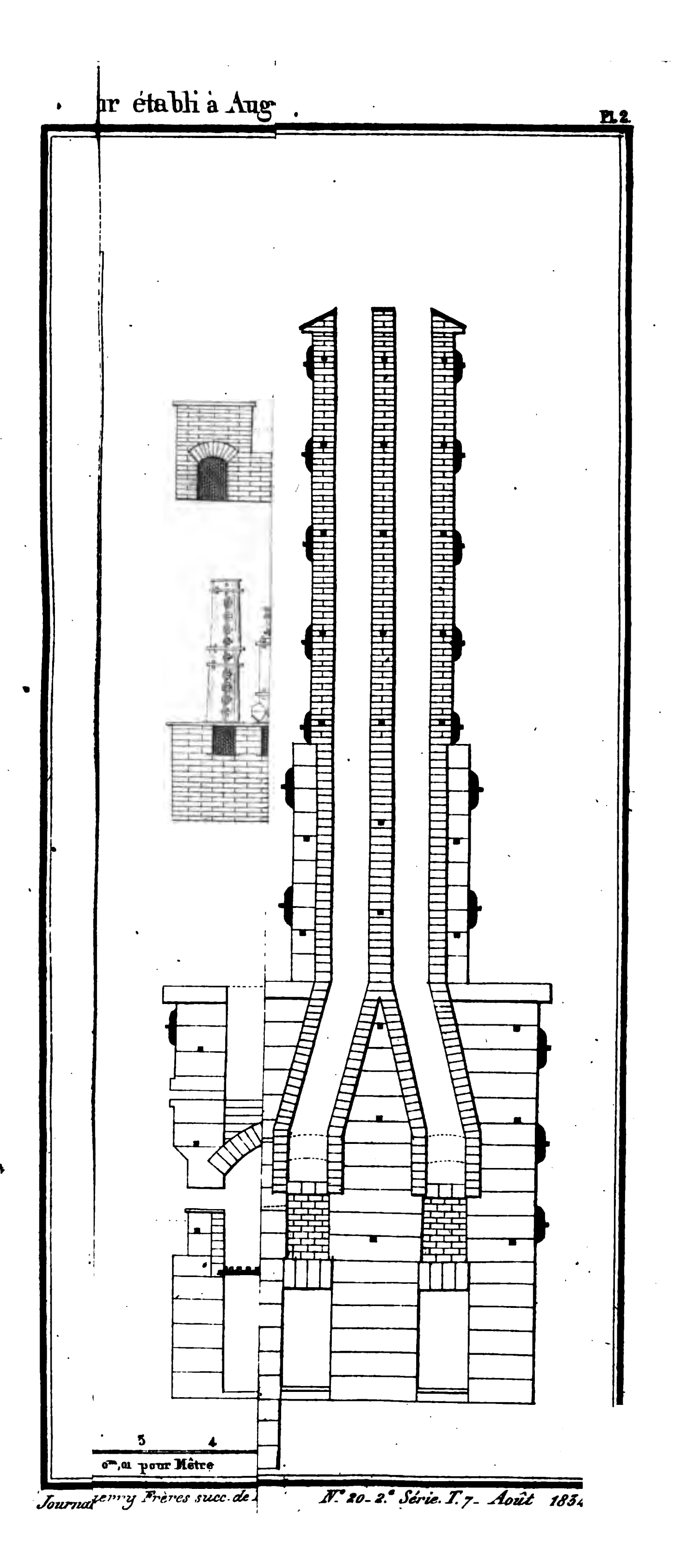
---

(1) On souscrit à Paris, chez M. Heck, rue de Tournon, n° 20, et chez Anselin, passage Dauphine, n° 36.

Pl. 1.ère



N.° 20. 2.e Série. T. 7 Août 1834.


ır établi à Aug
Pl. 2.
3
4
0m,01 pour Mètre
Journal
Frères succ. de
N° 20- 2e Série. T. 7- Août 1834

JOURNAL



DES ARMÉES DE TERRE ET DE MER.

APPLICATIONS.

NOTICE

SUR LA

NOUVELLE ORGANISATION MILITAIRE DU ROYAUME DE SARDAIGNE (1).

(Suite.)

§. V. *Artillerie.*

Le corps royal d'artillerie se compose suivant l'ordonnance du 5 janvier 1833, d'un état-major et de 28 compagnies.

L'état-major comprend un général commandant l'arme, lequel a sous ses ordres un général commandant le personnel, et un général ou colonel, directeur du matériel.

Celui-ci a sous ses ordres immédiats, un colonel, un lieutenant-colonel, deux majors et quelques capitaines, pris à tour de rôle dans le corps, pour l'aider dans la surveillance et la direction des travaux.

(1) Voir la première partie de cette notice dans le numéro de Mai 1834.

Les vingt-huit compagnies forment huit brigades, savoir : deux de place de six compagnies. Chacune de ces brigades est commandée par un lieutenant-colonel.

Quatre brigades de campagne, dont une composée de deux batteries à cheval et d'une batterie de bataille, deux brigades de trois batteries dites de bataille chacune, une de deux batteries de position et d'une de bataille ; chaque brigade de campagne est commandée par un major.

La compagnie d'ouvriers, celle d'artificiers, et la compagnie de potonniers y forment la brigade d'ouvriers que commande aussi un major.

La compagnie d'ouvriers fixes, avec les deux compagnies détachées en Sardaigne pour deux ans, forment la brigade de cette île sous les ordres immédiats du commandant d'artillerie qui s'y trouve.

La force de ces brigades et de ces compagnies est déterminée par les diverses circonstances de paix, de position armée et de guerre, ainsi qu'on le peut voir dans les tableaux ci-joints, nos 5 à 13.

Indépendamment de vingt-huit capitaines qui commandent les compagnies, il y a dix capitaines en second pour suppléer ces derniers en cas de maladie, et pour être employés au matériel.

On a supprimé les domestiques aux officiers dans l'artillerie, mais on leur permet pourtant de se faire servir par des soldats, pourvu que ceux-ci ne soient point distraits des rangs dans les revues et les exercices.

On a augmenté la solde de cette arme, et comme l'avancement y est plus lent que dans les autres corps, on a permis aux officiers de passer dans l'infanterie et la cavalerie lorsqu'ils croient y trouver des avantages.

développement de ses ouvrages, les beaux établissemens qu'on y trouve, ont fait sentir la nécessité d'avoir un commandant d'artillerie dans cette place, et d'y maintenir deux compagnies d'artillerie pour le service du matériel et pour y être exercées particulièrement aux manœuvres des batteries de côte et de montagne.

Il n'y a, pour l'artillerie, qu'un seul conseil d'administration, présidé habituellement par le général commandant l'arme, et en cas d'empêchement, par un commandant en second. Tous les autres membres du conseil sont pris indistinctement dans les brigades de campagne ou de place, en garnison à Turin, à l'exception du major rapporteur permanent.

Il y a en outre un conseil supérieur qui correspond au comité français d'artillerie, dont le général commandant l'arme est président, et dont les directeurs du matériel et du personnel sont les premiers membres. Les membres ordinaires sont les chefs des divers établissemens du matériel. Ce conseil a pour secrétaire un capitaine pris parmi les plus distingués du corps.

Un des trois officiers inférieurs des compagnies à cheval est chargé particulièrement, sous la surveillance du capitaine, du service des écuries et des soins à donner aux chevaux.

§ VI. *Génie.*

L'organisation du génie n'a pas éprouvé de notables changemens.

§ VII. *Infanterie.*

Il y a neuf brigades de ligne, toutes à deux régimens de trois bataillons au complet de guerre, et de deux seulement sur le

pied de paix. Chaque bataillon a six compagnies, dont une de chasseurs.

Les brigades sont commandées par des majors-généraux, et portent le nom des provinces dont elles sont tirées. Les régimens se distinguent par les numéros 1 et 2. L'uniforme est le même pour les deux régimens, aux boutons et aux pompons près, qui portent le numéro affecté à chacun d'eux.

Les compagnies de chasseurs se désignent dans chaque régiment par les numéros 1, 2 et 3. Les douze compagnies de fusiliers y sont réparties entre les bataillons de la manière suivante :

1re, 2e, 3e et 4e dans le 1er bataillon;
5e, 6e, 7e et 8e dans le 2e id.
9e, 10e, 11e et 12e dans le 3e id.

D'après l'ordonnance royale du 19 juin 1824, tous les hommes appelés qui cherchent à se soustraire au service sont enrôlés de droit dans un régiment pour y servir pendant 12 ans sans congé, et perdent la faculté de se faire remplacer.

Autrefois les officiers passaient dans les compagnies d'élite et dans les carabiniers par rang d'ancienneté. Cette disposition a été annulée. Maintenant c'est le colonel qui nomme les officiers de ces compagnies parmi ceux qui ont au moins deux ans de grade, et qui sont réputés les plus braves et les plus instruits du régiment.

On peut voir dans les tableaux, n° 14 et 15, la formation et la force de chacune de ces brigades.

Il résulte de cette formation, une augmentation de vingt bataillons effectifs.

§. VIII. *Cavalerie.*

La cavalerie piémontaise qui d'après l'organisation de 1813,

ne comptait que quatre régimens à huit escadrons, a été portée à sept régimens à sept escadrons dont un de dépôt. Ainsi défalcation faite de ce dernier, ce serait une augmentation de dix escadrons; mais comme les quatre compagnies de gardes-du-corps ont été supprimées, et qu'on ne peut les évaluer à moins de deux escadrons, il résulte que l'augmentation effective des cadres n'est que de huit escadrons. C'est beaucoup eu égard à la difficulté qu'on éprouve à se procurer des chevaux, et il est douteux qu'on puisse parvenir à tenir cet effectif sur pied.

Les sept régimens actuels sont : *Piémont Royal*, *Gênes*, *Nice*, *Savoie*, *Novarre*, *Aoste*, tous cavalerie de ligne, et les chevaux-légers de Sardaigne.

L'état-major d'un régiment sur le pied de guerre, ainsi qu'on peut le voir aux tableaux nos 16 et 17, comprend 8 officiers; le petit état-major 11 hommes, dont 6 à pied, et l'escadron 5 officiers et 145 sous-officiers et cavaliers, dont 20 non montés. L'escadron de dépôt a 7 officiers et 28 sous-officiers, brigadiers trompettes ou ouvriers, avec un nombre de cavaliers qui varie suivant les circonstances. La force du régiment est de 919 hommes, dont 755 montés; sur le pied de paix, au contraire, le complet n'est que de 630 hommes, dont 138 non montés, ce qui réduit la force de l'escadron à 105 hommes montés.

§ IX. *Carabiniers royaux.*

Ce corps n'a pas éprouvé de changement dans son personnel ni dans son organisation. On s'est borné à modifier son uniforme.

On a cherché à relever le service de ce corps en le débarrassant de ce qu'il avait de pénible pour ceux qui en font partie. Il ne fournit plus l'escorte des criminels ni des condamnés; ce sont des détachemens de sbires à pied et à cheval qui sont chargés de

ce soin. Les sbires constituent une milice particulière aux ordres de la justice.

Tels sont les corps qui composent l'armée piémontaise. Il ne sera pas inutile d'en présenter ici le tableau général.

	PIED DE PAIX.	COMPLET DE GUERRE.
État-major-général en activité	28	28
État-major des places	141	141
Corps d'état-major	33	33
Artillerie	2,971	6,009
Train de l'administration militaire	200	400
Corps du génie	133	Inconnu.
Infanterie de bataille	19,800	49,860
Infanterie légère	729	729
Infanterie sédentaire	1,648	1,648
Cavalerie	5,600	6,433
Carabiniers royaux	3,077	3,077
	34,360	68,258

CHAPITRE II.

Recrutement.

Il n'y a aucun changement dans les dispositions relatives au recrutement; il continue à se faire par enrôlemens volontaires avec prime, et par appels forcés: seulement la durée légale du service a été prolongée de 12 à 16 ans. Avant l'ordonnance du 21 octobre 1831, un homme appelé était tenu de passer deux ans en quatre semestres, à dix-huit mois d'intervalle, sous les drapeaux, et restait dix ans, sur ses douze de service, dans ses foyers à la disposition du gouvernement. Maintenant il doit servir deux ans sans interruption, après quoi il reste chez lui à la disposition du gouvernement pendant huit ans, à l'expiration desquels il est inscrit dans la réserve pendant six ans.

CHAPITRE III.

Prérogatives.

Les régimens de la garde ont toujours une solde plus élevée que celle de la ligne ; elle ne paraît point justifiée, puisque actuellement les régimens de la garde sont formés de contingens comme les autres. On comprend que la solde des carabiniers soit tarifée plus haut que celle des autres armes, parce qu'ils vivent en quelque sorte isolément, et qu'il en coûte davantage que lorsqu'on est réuni.

CHAPITRE IV.

§ Ier. *Armement et équipement.*

Le sabre-outil va être adopté dans l'infanterie : maintenant on en fabrique à la manufacture de Devaldoe sur le modèle français.

§ 2. *Remontes.*

L'augmentation des cadres de la cavalerie a mis le gouvernement piémontais dans la nécessité de faire de grands sacrifices pour se procurer des chevaux. Il en a acheté quelques centaines dans le Mantouan et le plat pays de l'Italie, avec la permission de l'Autriche.

§ III. *Habillement et équipement.*

L'habillement ne laisse rien à désirer, excepté la coiffure de l'infanterie, qui est un schakos très-bas, peu avantageux aux hommes. Les grenadiers et les chasseurs, au lieu d'épaulettes, portent des nids d'hirondelles, rouges et verts, comme les An-

glais. L'équipement pourrait être mieux : les sacs sont façonnés d'après le modèle français; mais les buffleteries sont en général mauvaises : elles sont en buffle d'une largeur différente, et souvent composées de plusieurs pièces. Les sous-officiers et soldats ont un bidon en bois et une petite écuelle en cuivre fixée à plat sur le sac. L'on ne croit pas que cette écuelle soit d'une heureuse invention : elle doit promptement s'oxider.

§ IV. *Tenue.*

La tenue s'est améliorée depuis quatre ans. On ne voit plus de ces disparates choquans qui blessaient l'œil des militaires accoutumés à l'uniformité et à la propreté. Ce n'est pas qu'on ne puisse cependant encore y trouver à redire; mais eu égard à ce qu'elle était avant la réorganisation, on peut assurer qu'elle est superbe.

CHAPITRE V.

PRESTATIONS DE TOUTE NATURE.

§ I. *Solde et accessoires.*

La solde de la troupe et de quelques grades supérieurs dans l'état-major, l'artillerie et le génie, a été augmentée : elle est restée la même pour tous les autres. Cette augmentation de solde a été réglée par les ordonnances royales du 22 décembre 1831, et du 4 septembre 1832, conformément au tableau n° 19. Avant cette législation, les régimens de cavalerie, d'artillerie, les bataillons de garnison, les chasseurs francs et les invalides de l'hôtel royal avaient le privilège de faire entrer les comestibles et les liquides nécessaires à leur entretien sans payer d'octrois, ce qui était sujet à beaucoup d'abus : on leur a supprimé ce privilège en augmentant leur solde d'une somme équivalente, qui

s'élève pour les sous-officiers à 4 fr. 50 c. par an, et pour le caporaux et soldats à 5 fr. 50 c.

La solde de tous les grades est fixée par an au lieu de l'être par jour, ce qui occasione des fractions pour ainsi dire inappréciables dans les décomptes.

§ II. *Casernement.*

Il n'a rien été changé au casernement dans l'intérieur du royaume; mais on a converti l'hôtel des gardes-du-corps à Turin, au moyen de quelques dispositions intérieures et de nouvelles constructions, en une caserne qu'occupent habituellement deux escadrons de la garnison, et on construit une belle caserne d'infanterie dans la citadelle de Turin.

CHAPITRE VI.

INSTRUCTION DES DIFFÉRENTES ARMES.

§ I. *Instruction de l'infanterie.*

L'instruction est suivie avec persévérance en hiver comme en été.

Autrefois on pouvait reprocher de la dureté aux instructeurs. Ils paraissent enfin avoir compris que ce n'est pas en rudoyant et en battant les recrues qu'on leur fait faire de rapides progrès. Soit que ce changement provienne d'un retour sur eux-mêmes, soit que le gouvernement ait donné des ordres pour réprimer ces actes de brutalité, il est juste d'en faire mention.

§ II. *Instruction de la cavalerie.*

Cette instruction est dirigée par un officier-général et des colonels qui ont servi d'une manière distinguée en France; ils

sont les promoteurs de toutes les améliorations utiles qui ont été introduites dans la cavalerie, où les réglemens français pour les exercices sont suivis avec le plus grand soin.

§ III. *Instruction de l'artillerie.*

Il n'a rien été innové dans l'instruction de cette arme; seulement les canonniers ne sont plus détournés de leurs occupations dans l'arsenal et des exercices du polygone pour se livrer aux exercices de l'infanterie, comme cela avait lieu avant la nouvelle organisation. On a construit un polygone près de Turin pour l'exercice du tir et les manœuvres pratiques.

CHAPITRE VII.

Administration intérieure des corps.

Le système d'administration et de comptabilité a été totalement changé par les ordonnances des 31 janvier et 14 août 1832. Tous les régimens d'infanterie, de cavalerie et d'artillerie, lorsqu'ils sont réunis, ont un conseil d'administration composé du colonel, et en son absence du lieutenant-colonel président; deux capitaines membres, le directeur des comptes secrétaire, et un major rapporteur.

Aussitôt qu'une brigade ou un régiment fournira un ou plusieurs bataillons pour un camp ou pour une expédition particulière, il formera un conseil d'administration éventuel composé d'un officier supérieur, d'un rapporteur, pris parmi les capitaines, d'un capitaine ou d'un lieutenant destiné à remplir les fonctions d'officier payeur et de secrétaire. Si le corps comprend deux ou trois bataillons, le major, et en son absence le doyen des capitaines, remplira les fonctions de rapporteur; un autre

capitaine, et deux lieutenans ou sous-lieutenans, seront pris parmi les plus anciens.

Aussitôt après que le conseil d'administration aura été formé, on lui remettra sous sa responsabilité tous les fonds qui auront été payés au corps à titre d'à-compte destiné à faire le prêt de la troupe pendant la marche et quinze jours au-delà, ainsi que la solde d'un mois aux officiers ; on lui remettra aussi tous les effets d'habillement, d'armement, d'équipement et de campement dont le corps doit être pourvu suivant sa force, et en outre tous les effets de petit équipement qui lui seraient nécessaires pour subvenir aux besoins les plus pressans.

L'administration des diverses masses et les fonds qui en dépendent sont réservés au conseil d'administration principal. Voir les tableaux n°s 18 et 19, qui indiquent le montant des masses individuelles et la solde annuelle des militaires de tout grade et de toutes armes.

La comptabilité du bataillon détaché est, du reste, soumise à toutes les formalités et les vérifications prescrites par l'administration générale.

Les fonds délivrés sur les masses d'économie de musique, et de ferrage dans les corps de cavalerie, seront divisés entre le conseil principal et le conseil éventuel, en proportion des hommes et des chevaux qui partent et restent au dépôt.

Les fonds d'ordinaire de chaque compagnie appartenant au corps qui se sépare du dépôt, seront versés dans la caisse du conseil éventuel.

La situation du décompte des hommes sera établie au moyen d'une revue particulière passée par le commandant du corps, laquelle servira pour arrêter les comptes ordinaires.

C'est le conseil principal qui fait confectionner tous les effets de grand et de petit équipement pour les bataillons détachés,

après s'être entendu avec l'administration générale de la guerre; tous les mois il reçoit du conseil d'administration éventuel, par les soins de l'officier payeur, les pièces justificatives de la gestion du mois précédent, dont il fait le dépouillement et l'application.

La caisse du conseil éventuel doit toujours rester en station dans le logement de l'officier qui commande le bataillon ou les bataillons détachés; quand la troupe est au bivouac, elle est dans le logement de l'officier payeur, qui est toujours marqué au quartier-général de la division. Elle contient, outre les différentes valeurs, tous les registres et papiers de la comptabilité : en route elle est toujours escortée. Cette caisse est à trois clés, dont une restera entre les mains du président du conseil, l'autre entre les mains du capitaine rapporteur, et la troisième entre celles de l'officier payeur.

Le conseil éventuel se réunit tous les cinq jours, et plus souvent s'il est nécessaire, pour s'occuper de l'administration, et consigner à l'officier payeur les fonds destinés au service courant.

Lorsque le conseil éventuel sera dans le cas de délibérer au camp ou au bivouac sur un objet quelconque, ces délibérations seront minutées sur des feuilles volantes et adressées à l'officier payeur, qui les conservera dans la caisse jusqu'à leur inscription sur le registre. Dans ce cas, l'adjudant-major remplit les fonctions de secrétaire du conseil.

Les mutations journalières doivent être transmises en double au commissaire des guerres et à l'officier payeur pour en constater l'exactitude: l'état qui en sera dressé sera vérifié tous les cinq jours par l'officier payeur ou l'adjudant-major. La revue mensuelle sera payée le dernier jour de chaque mois, et lorsqu'elle ne pourra pas avoir lieu sur le terrain, cela ne dispensera

pas les chefs de corps de compagnie ou de détachement d'envoyer au commissaire des guerres les feuilles d'appel avec les pièces justificatives, telles que les billets d'hôpitaux, congés, permissions, etc.

La vérification de la caisse peut se faire une fois par semaine par le commandant du corps ou par le major qu'il nomme à cet effet. Le chef d'état-major d'une division vérifie chaque semaine la comptabilité de tous les officiers payeurs des corps qui en font partie, et dans le cas où il ne pourrait le faire, il nommera un officier de ceux du corps d'état-major qui sont sous ses ordres pour le suppléer. La vérification de la comptabilité se terminera par celle de la caisse, de concert avec un commissaire des guerres.

S'il arrive qu'un corps de troupes éprouve un besoin très urgent d'effets, le commissaire des guerres de la division ou l'intendant général de l'armée est autorisé à prendre les mesures les plus efficaces pour se les procurer, sauf à eux à en rendre compte au ministre. Par la même raison, le commissaire des guerres d'une division peut réduire les sommes réclamées par un corps, toutes les fois qu'il reconnaîtra qu'elles surpassent les besoins réels. Il surveillera la distribution des effets de petit équipement et d'habillement, etc.; tout aussitôt qu'il s'apercevra qu'une demande n'est pas en rapport avec l'effectif des présens, il en rendra compte au général en chef, afin que les magasins ne soient pas épuisés sans nécessité.

Les petites réparations à la chaussure, à l'habillement et à l'armement seront faites par les soins du capitaine sous la surveillance des majors dans les bataillons de ligne et des commandans de détachemens, et des compagnies dans les compagnies isolées. Les commandans de bataillon doivent s'assurer par eux-

mêmes, au moins une fois par semaine, si ces réparations ont été bien et consciencieusement faites.

CHAPITRE VIII.

Des retraites.

Tout ce qui concerne la discipline (chapitre IX), la justice militaire (chapitre X) et les récompenses (chapitre X de la première notice), n'a éprouvé aucun changement notable, mais la législation concernant les retraites a été changée et considérablement améliorée par une ordonnance du 9 juin 1831. La pension a été augmentée pour tous les grades, ainsi qu'on pourra le voir par le tableau n° 20 joint à cette notice.

TABLEAU

Des pensions de retraite des militaires de tous grades.

GRADES.	MINIMUM.	Augmentation pour chaque année ou campagne.	MAXIMUM.
Lieutenant-général	4000	100	6000
Major-général	3000	50	4000
Colonel	2400	30	3000
Lieutenant-colonel	1800	30	2400
Major	1500	25	2000
Capitaine, aumônier, chirurgien-major	1100	20	1500
Lieutenant et chirurgien en second	700	20	1100
Sous-lieutenant	600	20	1000
Fourrier-major et écuyer	300	10	500
Fourrier-sergent et vétérinaire	250	7 50	400
Caporal-major, caporal-fourrier et caporal	180	6	300
Soldat, tambour, fifre et trompette	140	5	240

La retraite est augmentée d'un cinquième après quinze ans de grade.

La pension de retraite s'obtient après 30 ans de service actif ou par blessures ou infirmités. Il y a un minimum et un maximum. On obtient celui-ci après 50 ans de service, campa-

gnes comprises. Le vingtième de la différence qui existe entre le minimum et le maximum, constitue l'augmentation proportionnelle pour chaque année de services ou pour chaque campagne en sus des trente ans exigés pour le minimum.

Le service provincial ou alternatif donne également des titres à la pension de retraite après 30 ans et à l'augmentation proportionnelle, mais alors la pension est réduite à moitié pour les majors et capitaines, et au tiers pour les officiers subalternes, les sous-officiers et soldats de ce qui est fixé pour les militaires du même grade qui ont servi d'une manière permanente. On leur accorde un vingtième entier pour chaque année de service actif extraordinaire et un demi pour chaque campagne.

Le service dans l'état-major des places et dans les invalides est considéré comme service effectif pour compléter les 30 ans exigés pour le minimum de la pension, mais il ne peut compter pour donner droit au maximum. On comptera aux officiers de l'état-major des places, pour une campagne, le temps pendant lequel elle aura été bloquée ou assiégée.

On ne peut compter les années de service que de l'âge de 16 ans, à moins qu'on ait servi comme tambour, fifre ou trompette, alors on tient compte des services dès l'âge de 14 ans.

Les infirmités doivent provenir des fatigues, des événemens et des périls du service, et il en faut donner des preuves. L'amputation ou la perte absolue de l'usage de deux membres ou de la vue, donne droit au maximum, quelque soit la durée du service du militaire qui la souffre. L'amputation ou la perte d'un seul membre, donne droit au minimum, augmenté d'autant de vingtième que le militaires qui la souffre a d'années de service et de campagnes. Il en est de même des autres blessures ou infirmités.

La pension des veuves, des militaires, est égale au quart du

maximun de leur mari. Elle est reversible sur la tête des orphelins jusqu'à ce que le dernier ait atteint l'âge de 20 ans.

Les officiers, sous-officiers et caporaux qui auront 12 ans de grade en service actif au moment de leur retraite, jouiront d'un demi en sus du taux auquel leur pension sera fixée d'après les dispositions précédentes.

Le colonel qui aura commandé un régiment pendant 8 ans, sera susceptible, suivant la durée et la distinction de ses services, d'obtenir le grade de major-général, et d'ajouter à sa pension une augmentation de 750 fr. par an.

Dans ces deux cas, on voit que la pension excédera le maximum fixé par l'ordonnance.

TABLEAU N° V.

ÉTAT-MAJOR DU CORPS ROYAL D'ARTILLERIE.

GÉNÉRAL COMMANDANT LE CORPS.

MATÉRIEL.

Service	Emploi	Nombre	Total
	Major général ou colonel, directeur du matériel et écoles d'application	1	2
	Vice-directeur	1	
Laboratoire chimique de métallurgie.	Directeur	1	4
	Vice-directeur	1	
	Chef ouvrier préparateur	1	
	Opérateur de chimie	1	
Fonderie.	Directeur (celui du laboratoire de chimie).		3
	Vice-directeur	1	
	Chef ouvrier	1	
	Chef de la forerie	1	
Salles d'armes.	Inspecteur	1	3
	Officiers employés	2	
Poudrière et raffinerie de salp. à Turin.	Directeur	1	4
	Vice-directeur	1	
	Chef pulvériste	1	
	Chef raffineur	1	
Salle d'artifices.	Directeur	1	4
	Vice-directeur	1	
	Officier chef artificier	1	
	Fourrier comptable	1	
Ateliers de constructions.	Directeur	1	2
	Vice-Directeur (le capit. d'ouvrier).		
	Officier, chef des ateliers en fer et en bois	1	
Pour les travaux journal. de l'arsenal.	Directeur	1	3
	Officier	1	
	Fourrier comptable	1	
A Gênes.	Officier supérieur et command. local d'artillerie	1	3
	Inspecteur des salles d'armes et directeur des ateliers de constructions	1	
	Officier chef des ateliers en fer et en bois	1	
Poudrière établie à Gênes.	Directeur	1	4
	Vice-directeur	1	
	Chef pulvériste	1	
	Chef raffineur	1	
En Sardaigne.	Command. local d'artill.	1	1
	Direct. de la poudrière.		
	Chef pulvériste		
	Total du matériel		33

PERSONNEL.

Emploi	Nombre	Ch.
Major général ou colonel commandant	1	
Lieutenans colonels	2	
Major compris celui de Sardaigne	7	
Major relateur au conseil d'administration	1	
Major ou capitaine, secrétaire permanent du conseil supérieur d'artillerie	1	
Capitaine adjudant major en 1er	1	
Lieutenant adjudant major en 2e	1	
Capitaine de masse	1	
Capitaine de 2e classe appliqué aux comptes ou à d'autres fonctions	10	
Officier payeur	1	
Quartier-maître	1	
Aumônier	1	
Chirurgien major	1	
Chirurgien en 2e	1	
Fourriers majors	4	Ch. 4
Caporaux majors	4	» 4
Trompette major	1	» 1
Vétérinaire en 1er	1	» 1
Vétérinaire en 2e	1	» »
Sergent écuyer	1	» 1
Caporal écuyer	1	» 1
Chef tailleur	1	
Chef cordonnier	1	
Vivandiers	6	
Prévot	1	
Archers	4	
Total du personnel	57	Ch. 12

TABLEAU N° VI.

RÉSUMÉ DE LA FORCE DU CORPS ROYAL D'ARTILLERIE DANS SES DIFFÉRENTES SITUATIONS.

	DÉTAIL DES COMPAGNIES.	HOMMES	CHEVAUX.
	État-major du matériel 33.........	90	12
	— du personnel 57,.		
	Mulets............	»	20
Pied de paix.	2 Batteries à cheval à 140.........	280	176
	2 — de position 100........	200	0
	8 — de bataille 100........	800	240
	12 — de place 94...........	1,128	»
	1 Compagnie d'ouvriers...........	175	»
	1 — d'artificiers.....	160	»
	1 — de pontonniers......	150	40
	1 — d'ouvriers en Sardaigne	76	»
	28	3,059	548
Addition en état de batteries armées.	2 Batteries à cheval à 40 d'augment.	80	192
	2 — de position 68 —	136	152
	8 — de bataille 68 —	544	704
	12 — de place 20 —	240	»
	1 — de pontonniers —	60	40
	25 Compagnies d'augmentation.....	4,119	1,636
Nouvelle addition sur le pied de guerre.	2 Batt. à cheval à 60 de nouvelle aug.	120	184
	2 — de position 52 —	104	116
	8 — de bataille 68 —	544	608
	12 — de place 84 —	1,008	»
	1 — de ponton. 40 —	40	60
	25 Compagnies de nouvelle augment.		
	Force totale................	5,935	2,604

N. B. Il pourrait y avoir en augmentation les mulets pour les batteries de montagne dans un tel nombre que les circonstances le rendraient nécessaire.

Par un tel moyen, il n'y a plus nécessité des transports par entreprise pour ce qui concerne les douze batteries de campagne. Un tel service se trouverait borné par le grand parc d'artillerie auquel mieux conviendrait encore d'y pourvoir par une augmentation proportionnée d'hommes et de chevaux au train d'administration des vivres.

TABLEAU N° VII.

COMPOSITION D'UNE COMPAGNIE A CHEVAL.

	PERSONNEL.		BOUCHES A FEU et VOITURES.		CHEVAUX.	
Pied de paix.	1	Capitaine		2		12
	1	Lieut. de 1re classe.		2		8
	1	Lieut. de 2e classe.		1		2
	1	Sous-lieutenant		—		8
	1	Fourrier.	Canons de 8...	5	A 6 chevaux	58
	6	Sergens	Caissons de 8..		A 4 —	—
	1	Caporal-fourrier.	Affût de rechan.		A 2 —	88
	10	Caporaux			De rechange.	
	1	Frater.			De selle....	
	1	Sellier				
	2	Trompettes.				
	1	Maréchal.				
	89	Canonnier d'ord.				
	24	Provinciaux.				
	—					
	140					
Sur le pied de batteries armées s'adjoindront	4	Ouvriers.	Canons de 8.	4	A 6 chevaux	24
	4	Artificiers......	Obusiers de 32.*	2	A 6 —	12
	32	Canonniers, savoir 4 classes des 6 en congé illimité..	Caissons muni..	6	A 4 —	24
			Affût de recha..	2	A 2 —	4
			Forges de camp.	2	A 6 —	12
	—		Prolonges.....	2	A 4 —	8
	180		Chariot de bag..	1	A 4 —	4
				—	De s. et rech.	8
				24		—
Sur le pied de guerre on fera la nouvelle augmentation.	1	Sous-lieutenant.	Caissons de 2e ligne pour les canons et obusie.	8	A 4 chevaux	184
	1	Sergent.				32
	8	Artific. congrève.				
	48	Canonniers, savoir les autres deux classes de congé illimité et les quatre de réserve.	Cais. à munition d'inf. et cavalerie.........	6	A 4 —	24
			Cais. p. les fusées à la congrève.	2	A 6 —	12
	—			—	De s. et rech.	24
	240			40		—
						276

(*) 24 de France.

N. B. Si sur le pied de *batteries armées*, le gouvernement croyait devoir limiter la batterie seulement à six pièces, on pourrait épargner 26 hommes dans l'appel des classes de congé illimité et 20 chevaux de trait dans la livraison des mêmes. Une telle épargne de circonstance sera par la suite compensée dans les catégories respectives assignées au passage sur le pied de guerre, attendu l'addition qui se ferait de deux canons de 8 à la batterie pour la porter au juste nombre de bouches-à-feu dans lequel on a établi sa force.

Toutefois et quand les batteries se trouvent fournies seulement de 6 pièces, elles seront composées de quatre canons de 8 et de deux obusiers de 32 (obusiers de 24 de France).

Sur le pied de paix la compagnie d'une seule division de pièces est destinée à des garnisons stables n'ayant aucun besoin positif d'avoir toujours avec elles les forges de campagne et les prolonges. On ne les a point calculées dans les voitures qui leur sont assignées. Lorsque cependant la brigade réunie forme batterie, les trois compagnies qui la composent, ont dans le nombre des chevaux de rechange qui leur est assigné le complément nécessaire à la conduite des susdites voitures et du chariot de bagage.

Dans toutes les compagnies, soit de campagne ou de place, les promotions qui peuvent avoir lieu des sous-officiers se feront dans la compagnie, le capitaine en fera la proposition au major de brigade, duquel il dépend, celui-ci les présentera munies de ses observations au commandant du personnel qui en décidera définitivement, (Ordonnance du

TABLEAU N° X.

COMPOSITION D'UNE COMPAGNIE D'ARTILLERIE DE PLACES

	PERSONNEL.	*OBSERVATIONS.*
Pied de paix.	1 Capitaine	
	1 Lieutenant de première classe.	
	1 Lieutenant de deuxième classe.	
	1 Sous-lieutenant.	
	1 Fourrier.	
	5 Sergens.	
	1 Caporal-fourrier.	
	10 Caporaux.	
	2 Trompettes.	
	1 Frater.	
	40 Canonniers d'ordonnance, desquels 14 de première classe.	
	30 Canonniers provinciaux.	
	94	
Augmentation sur le pied de batteries armées.	20 Canonniers, savoir deux classes des six en congé illimité afin de pouvoir suppléer aux vides qui se trouveraient être dans les batteries de campagne et pouvoir donner aux grands travaux des divers ateliers et laboratoires le plus fort secours d'hommes dont il pourrait être nécessaire.	
	114	
Sur le pied de guerre, nouvelle augmentation.	1 Sous-lieutenant.	
	1 Sergent.	
	2 Caporaux.	
	80 Canonniers, savoir les 4 classes restans de congé illimité et les 4 de réserve.	
	198	

N. B, Lorsque le général commandant le corps dans le cas du pied de guerre, jugerait opportun de faire passer aux compagnies de place les individus des classes de réserve des huit batteries de bataille et des deux depositions, et de transporter dans ces batteries égal nombre de celles de place ; le nombre nécessaire d'hommes pour compléter la force de guerre des batteries de campagne se trouverait bientôt remplir le vide qui pourrait en résulter dans les compagnies de place au moyen d'hommes extraits de l'infanterie et spécialement des bataillons des armées de réserve.

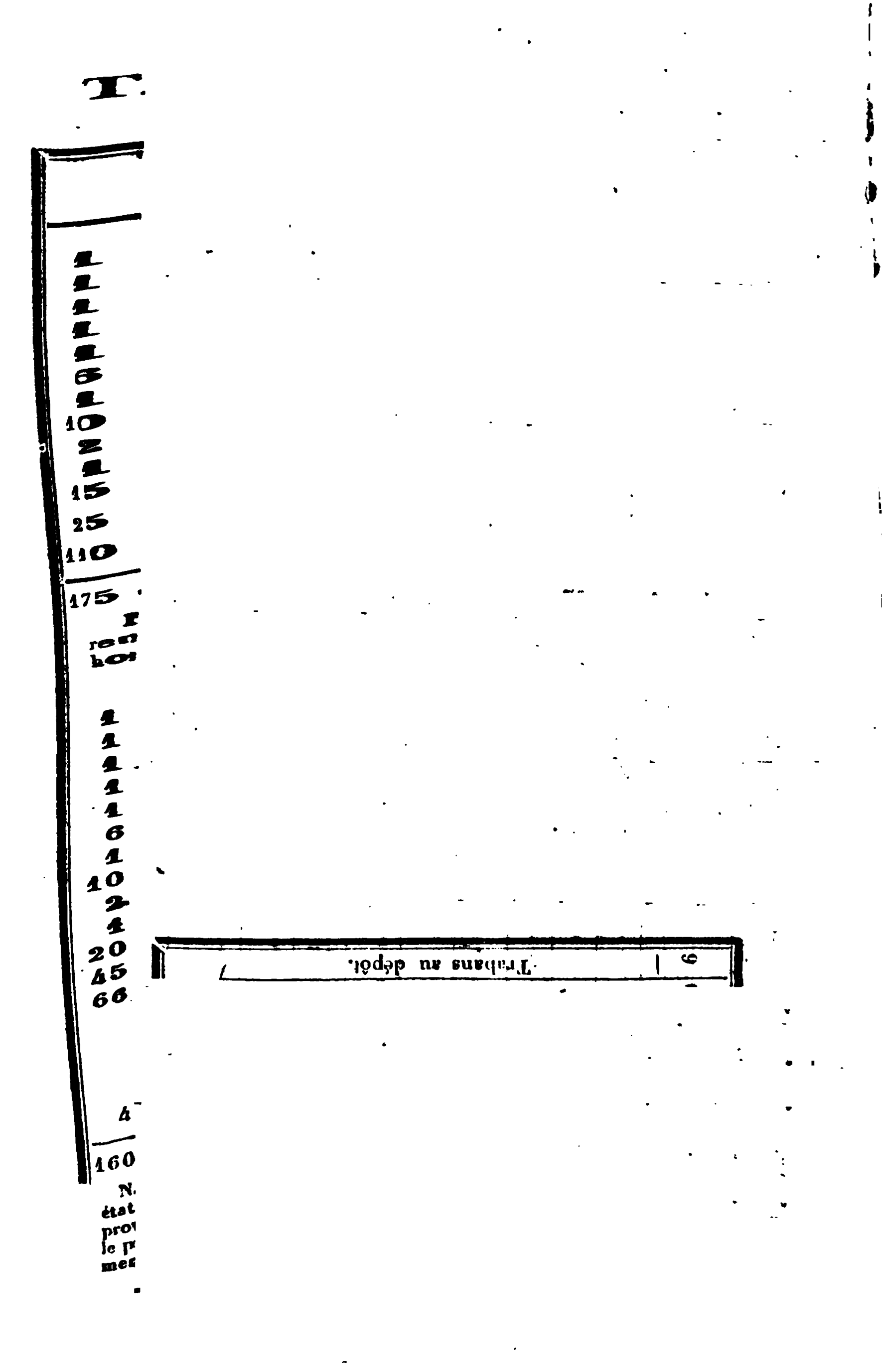
Les besoins augmentant à proportion que les forts en construction toucheront à leur terme et à mesure que l'on hatera le plus grand développement que doit avoir la fabrication des poudres à Gènes ; comme il est d'ailleurs nécessaire de maintenir ce nombre avec des soldats déjà dressés dans les batteries de campagne pour le cas de guerre, on a pris le parti d'augmenter la force assignée antérieurement aux compagnies d'artillerie de place. Si ces compagnies n'ont pas la commodité de dresser en temps de paix leur soldats à tout ce qui est relatif au cheval, elles pourront beaucoup mieux les instruire comme cannoniers servans et remplir ainsi le but sus énoncé concernant les batteries de campagne. (Ordonnance du 5 janvier 1833.)

TABLEAU N° XI.

COMPAGNIE D'OUVRIERS D'ARTILLERIE DE SARDAIGNE.

PERSONNEL.	*OBSERVATIONS.*
1 Capitaine.	
1 Lieutenant de 1re classe.	
1 Lieutenant de 2e classe.	
1 Sous-lieutenant.	
1 Fourrier.	
4 Sergens.	
1 Caporal-Fourrier.	
8 Caporaux.	
1 Frater.	
4 Ouvriers de 1re classe.	
9 — dc 2e classe.	
18 — de 3e classe.	
4 Artificiers de 1re classe.	
8 — de 2e classe.	
12 — de 3e classe.	
2 Trompettes.	
76	

N, B. Cette compagnie toujours de la même force forme avec les deux compagnies de place, qui sont envoyées tous les deux ans du continent par le corps royal d'artillerie, la brigade d'artillerie dite de Sardaigne.


6
Trabans au dépôt.
175
160

NOTICE

SUR

LE TÉLÉGONIOMÈTRE,

INSTRUMENT SUSCEPTIBLE D'ÊTRE EMPLOYÉ EN CAMPAGNE A LA MESURE DES DISTANCES INACCESSIBLES, ET A CELLE DES ANGLES SUR LE TERRAIN.

(Avec planche.)

Propriétés du nouvel instrument.

1. Le nouvel instrument a pour objet :

1° De faire connaître avec une approximation suffisante pour les besoins de l'artillerie à la guerre, et sans employer aucune construction géométrique, aucun calcul trigonométique, pas même le plus souvent le moindre calcul arithmétique, la distance horizontale d'un point accessible à un point inaccessible, toutes les fois que l'on peut prendre sur le terrain une base perpendiculaire à la distance à mesurer ;

2° De donner, également avec une très-grande approximation, la valeur de tout angle formé par les projections horizontales de deux rayons visuels partant du lieu de l'observation ; par conséquent, de servir à effectuer des levers à vue, des reconnaissances militaires, ainsi qu'à mesurer une distance inaccessible quelconque, à l'aide du calcul ou de constructions géométriques (c'est-à-dire, par les mêmes moyens qu'avec les instrumens actuellement en usage.)

A ces propriétés, le nouvel instrument joint celles :

3° D'être moins embarrassant à porter qu'un graphomètre une boussole, une planchette; d'être d'un emploi plus simple, plus expéditif, et d'exposer moins au danger d'être vu de l'ennemi, que les instrumens dont on vient de parler.

4° Enfin la construction en est extrêmement simple et à la portée de tout ouvrier; le prix très-modique, la valeur intrinsèque presque nulle ; et il est peu sujet à se dégrader jusqu'au point de nuire essentiellement à son service.

CONSIDÉRATIONS GÉOMÉTRIQUES SUR LESQUELLES L'INSTRUMENT EST FONDÉ.

Idée générale de sa forme et de sa composition.

2. Soit O, (figure première) un objet éloigné et inaccessible dont on demande la distance d au point A, duquel on peut approcher. Sur le terrain concevons une ligne AB, perpendiculaire à AO, et d'une longueur déterminée b qui sera notre base d'opération. A l'extrémité B de cette base, menons un rayon visuel BO.

Il est clair que l'angle ABO a pour tangente trigonométrique $\frac{d}{b}$ ou le rapport de la distance cherchée à la base d'opération, en sorte que la base b et l'angle ABO étant connus, la distance s'ensuit. Maintenant pour avoir cette distance, sans calcul, voici ce que l'on a imaginé.

On a commencé par rendre l'angle B matériel, en plaçant sur son sommet la charnière d'une espèce de longue fausse équerre en bois LBL' dont les deux branches sont dirigées l'une suivant BA, l'autre suivant BO; puis fixant en un point déterminé c de la ligne milieu de l'une ou l'autre des deux branches, l'extrémité d'une chainette d'une longueur

déterminée, on tend cette chainette de manière que son autre extrémité aboutisse exactement à la ligne milieu de l'autre branche, et forme avec elle et avec la ligne BC, le triangle BCD. Pour qu'il ne pût dans aucun cas y avoir deux points de rencontre, la chainette ne devait pas être moindre que CB; on l'a prise égale à cette ligne, tant afin de simplifier les calculs que pour avoir immédiatement sur l'instrument une mesure rigoureuse de sa longueur, propre à la faire remplacer au besoin, ou à lui substituer, dans un moment pressé, le premier cordon venu.

3. Appelons c la longueur de la chainette et x le troisième côté BD du triangle isocelle BCD, nous aurons par un calcul bien simple :

$$x = 2c.\cos B \qquad (1)$$

$$\text{ou } x = \frac{2\,c}{\sqrt{1+\left(\frac{d}{b}\right)^2}} \qquad (2)$$

Ne considérons en ce moment que la 2[e] de ces formules; il est clair quand on y aura introduit pour c et pour b des valeurs numériques elle pourra servir à calculer la suite de tous les points D qui répondent à toutes les valeurs que l'on peut attribuer à la variable d; en sorte que si à côté de chacun de ces points, on inscrit la valeur correspondante de d, aussitôt que la chainette sera tendue, on pourra lire la distance cherchée à son extrémité.

4. Dans l'instrument que l'on a fait construire pour être soumis à l'expérience, on a donné deux mètres de longueur aux branches; et l'on a supposé la chainette égale au sinus ou au casinus de 45° dans un cercle dont le rayon serait cette même longueur des branches; de plus, on a représenté la base d'opération b par 100, sans désignation

de l'espèce d'unités que l'on doit employer, laissant celle-ci tout-à-fait arbitraire, pourvu qu'il soit bien entendu que la distance *d* doit être exprimée en unités de la même espèce; d'après cela la formule 2 devient:

$$x=\frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{1+\left(\frac{d}{100}\right)}},$$

Et c'est sous cette forme qu'elle a servi à calculer le tableau n° 1, (voir à la fin de cette notice,) et à effectuer la graduation du *Télémètre*, ou de la partie du nouvel instrument réservée à la mesure des distances sans calcul. Dans cette graduation, on a fait varier *d* depuis 100 jusqu'à 1000, c'est-à-dire depuis une longueur égale à la base, jusqu'à une longueur égale à 10 fois cette base. Le télémètre est donc (dans nos hypothèses d'une base perpendiculaire à la distance et représentée par 100,) susceptible de faire connaître sans calcul, toutes les distances comprises entre les deux limites dont on vient de parler; il est clair qu'on ne pouvait pas lui faire indiquer des distances plus petites que la base, puisqu'alors l'angle d'ouverture devenant moindre que 45°, le point D, ou l'extrémité de la chainette sortirait de la branche sur laquelle celle-ci doit s'appuyer. Mais comme l'unité servant à la mesure de la base peut être prise à volonté, et aussi petite que le besoin peut l'exiger, il s'ensuit que l'instrument ne laisse pas que de donner les distances *aussi* petites que l'on veut.

D'un autre côté rien, à la vérité, ne s'opposait à ce que l'on calculât des points D pour des distances plus grandes qui dix fois la base; mais pour ces grands rapports de la distance à la base, l'instrument d'après les hypothèses adoptées dans sa construction relativement au point d'at-

tache de la chainette, et à la longueur de celle-ci, cesse par trop d'être susceptible d'exactitude, et l'on s'est arrêté à la limite supérieure indiquée, pour laquelle les erreurs possibles sont encore négligeables dans quelques cas particuliers.

Pour que les erreurs possibles puissent être négligées sans inconvénient dans tous les cas d'application de notre instrument aux besoins de l'artillerie, nous recommanderons en général, de ne l'employer jamais à rechercher des distances sensiblement plus grandes que 6 fois la base. Il est clair d'ailleurs que cela ne l'empêchera pas de servir à trouver sans calcul trigonométrique, des distances aussi grandes que l'on voudra, lorsqu'on sera maître d'employer des bases suffisamment grandes.

5. On demandera peut-être pourquoi nous avons représenté notre base par 100, au lieu de la représenter par l'unité. C'est, 1° parce qu'il arrivera très-souvent dans la pratique qu'on pourra employer réellement une base de 100 mètres, ou de 100 toises ou doubles mètres, de 100 pas, etc.; et 2° afin de n'avoir pas de virgules à mettre sur la graduation du télémètre pour distinguer les chiffres décimaux des chiffres entiers. Lorsqu'on sera forcé par les circonstances locales ou autres, d'employer une base naturellement exprimée par tout autre nombre que 100, par exemple, par 132^m, et bien, tout reviendra à considérer cette base comme composée de 100 unités dont chacune serait égale à $\frac{132^m}{100}$; et le nombre abstrait donné par l'instrument pour l'expression de la distance, devra être regardé comme représentant des unités de cette espèce. Si donc, ce nombre par était exemple 530, et qu'on voulut lui faire exprimer des mètres, il n'y aurait qu'à le multiplier

par 132 et à séparer deux chiffres sur la droite du produit, ce qui donnerait 700 mètres. Ce calcul extrêmement simple, et qu'on pourra presque toujours éviter, n'a évidemment rien de comparable aux calculs logarithmiques, qu'il faut faire dans tous les cas possibles, avec les instrumens actuellement en usage.

6. Avant de quitter la théorie du télémètre, revenons un instant à la formule $x = \frac{2c}{\sqrt{1+\left(\frac{d}{b}\right)^2}}$ qui sert à sa graduation, afin de faire remarquer l'espèce d'influence qu'exerce sur la sensibilité de l'instrument, le plus ou moins de longueur donnée à ses branches et à la chainette.

Il est aisé de voir qu'en faisant c proportionnel à la longueur des branches (4), les valeurs de x croissent avec ces dernières, et qu'il en est de même, par conséquent, des différences entre les valeurs consécutives de x; ou des intervalles des divisions de l'échelle. Ainsi l'instrument serait d'autant plus sensible qu'il aurait plus de longueur. La même chose arriverait encore, si l'on augmentait c sans rien changer aux branches, ou même en les diminuant; mais alors l'instrument ne pourrait plus donner des distances égales à la base, et ne commencerait à pouvoir indiquer que des rapports de la distance à cette base d'autant plus grands, que la longueur de la chainette serait plus considérable par rapport à celle des branches.

Cette dernière circonstance n'étant pas *en elle-même* un véritable inconvénient, pourvu qu'on reste dans de justes limites, ne serait pas de nature à nous empêcher d'essayer de faire à notre instrument la modification que nous venons d'indiquer, si l'expérience la faisait présumer avantageuse.

7. Ce qui précède peut donner, quant à présent, une idée suffisante de la partie de l'instrument que j'appelle *télémètre*. Il paraît à propos toutefois d'ajouter encore dès ce moment, 1° que cet instrument sert lui-même avec une grande simplicité à procurer une base dirigée perpendiculairement à la distance à mesurer; 2° que formant (quand ses deux branches sont mises dans le prolongement l'une de l'autre) une longueur de 4 mètres, il peut servir aussi à mesurer la longueur de cette base, sans recourir à la chaine d'arpenteur, lorsqu'on ne voudra pas se contenter de la mesurer en pas; 3° qu'il n'exige aucun pied ou support dans son emploi, et qu'il est facile d'en alligner les branches avec l'exactitude désirable sur les objets éloignés à l'aide d'un fil à plomb qui se loge dans l'instrument lui-même.

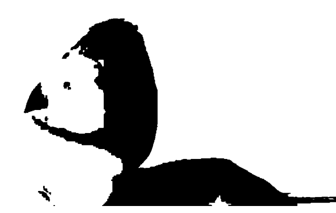
8. Donnons maintenant aussi une idée générale du principe sur lequel repose la construction de la partie de l'instrument que j'appelle *Goniomètre*.

Soient O,O' (fig. 2.) deux objets éloignés dont on demande la distance angulaire, rapportée au point d'observation B, en sorte que la question se réduit à trouver sur-le-champ l'expression en degrés et fractions de degrés, avec une approximation suffisante, de l'angle OBO' formé par les deux rayons visuels OB,O'B situés dans un plan horizontal.

Pour cela, on commence encore (et comme avec tout autre instrument propre à la mesure des angles) par rendre l'angle en question matériel; ce qui se fait ici, comme dans le cas de la mesure des distances (2), en plaçant la charnière de la fausse équerre en B, et dirigeant les deux branches suivant les deux rayons visuels; puis, tendant un cordon entre les extrémités LL' des deux branches, on réalise

aussi la corde sous-tendue par l'angle cherché, dans un cercle dont le rayon est de 2^m. Cela posé, si nous ajoutons que sur la face de chacune des deux branches opposée à celle qui porte la graduation des distances, on a porté, à partir de l'extrémité L ou L', toutes les longueurs des cordes correspondantes aux différens angles de degré en degré depuis 0° jusqu'à 180°; et qu'aux diverses extrémités de ces cordes, on a écrit les valeurs des angles correspondans, on verra de suite qu'il n'y aura plus qu'à reporter la longueur trouvée pour la corde de l'angle dont on s'occupe, sur l'une des deux branches, et de lire le chiffre qui se trouvera écrit à l'extrémité.

9. Comme il n'y a que les angles compris entre 0° et 60° qui aient des cordes moindres que le rayon du cercle, on a dû user d'un petit artifice pour pouvoir insérer sur l'*échelle*, les angles supérieurs à 60°. Rien n'était plus simple, soit relativement à la construction de l'instrument, soit relativement à son emploi. Comme les branches ont nécessairement une certaine largeur, et que toutes les mesures se rapportent à la ligne qui partage cette largeur en deux parties égales dans toute la longueur, il est clair qu'on avait à disposer des deux moitiés de la largeur pour y effectuer les graduations. D'après cela, après avoir gradué l'une des moitiés depuis L jusqu'à B (ou depuis L' jusqu'à B), pour tous les angles compris entre 0° et 60°, on a employé l'autre moitié pour tous les angles compris entre 60° et 180°. Il a suffi, pour cela, de retrancher 2^m, ou un rayon, à *toutes* les valeurs des cordes relatives à ces derniers angles. Ainsi lorsqu'après avoir mesuré entre L et L' la corde d'un angle cherché, et l'avoir reportée de L, ou L' vers B, l'extrémité dépassera le point B (axe de la charnière); il suffira de considérer la portion du cordon qui dépassera ce point B, et



de la reporter de L ou L' vers B, on trouvera l'angle cherché, à l'extrémité de cette ligne ainsi réduite, pourvu qu'on ait l'attention de consulter celle des deux graduations qui est relative aux angles plus grands que 60°.

10. Les résultats des calculs faits pour établir les deux graduations dont on vient de parler, sont contenus dans les deux tableaux, nos 3 et 4, mis à la fin de cette notice. En nommant l la longueur des branches de l'instrument, B son angle d'ouverture, et x la corde qui sous-tend cet angle à l'extrémité des branches, la formule sur laquelle les calculs se fondent est :

$$x = l\sqrt{2\,(1 - \cos B)}\,, \text{ ou } x = l\sqrt{2\,(1 + \sin\,(B - 90^\circ))}$$

Tant que B ne dépasse pas 90°, on emploie la première forme ; pour les angles plus grands, il est plus simple d'employer la deuxième, et d'y faire varier simplement (B — 90°) depuis 0° jusqu'à 90°.

Dans l'instrument d'essai pour lequel les calculs ont été faits, l étant $= 2^{m}$; les deux formules devenaient :

$$x = 2\sqrt{2\,(1 - \cos B)},\ x = 2\sqrt{2\,(1 + \sin\,(B - 90^\circ))}$$

11. On aurait pu, pour le goniomètre, s'en tenir aux deux graduations dont on vient de parler. Avec des branches de 2^{m}, les intervalles des divisions, s'élèvent à 34 millimètres au commencement de l'échelle, et sont encore de 17 millimètres environ autour de 120°. Cependant, afin de multiplier les ressources de l'instrument, de le rendre susceptible de plus de précision encore et de plus d'exactitude pratique, relativement aux angles qui se présentent le plus fréquemment à mesurer (ceux qui sont compris entre 45° et 90°) et auxquels il serait toujours aisé de ramener les mesures d'angles quelconques, à l'aide d'additions ou de

soustractions ; on a profité de ce que l'une des moitiés des deux faces portant la graduation des distances, était disponible, pour y insérer une échelle particulière relative aux angles précités. Cette nouvelle échelle est fondée sur la mise en nombres de la formule n° 1 du paragraphe 3, savoir :

$$x = 2\ c.\ \cos B = 2\sqrt{2}\cos B.$$

Le tableau n° 2 à la fin de cette notice présente tous les résultats des calculs faits pour l'exécution de cette nouvelle échelle.

Si l'on se rappelle les considérations géométriques sur lesquelles la formule ci-dessus est fondée, il sera aisé de découvrir la manière de faire usage de la nouvelle graduation qui nous occupe pour en déduire la valeur des angles d'ouverture du goniomètre entre 45° et 90°. Il est clair que c'est à l'aide de la chainette employée exactement comme dans la mesure des distances, et que la seule différence dans les deux opérations consiste à consulter l'échelle des angles au lieu de l'échelle des distances qui se trouve à côté sur l'autre moitié de la largeur de la branche.

12. Les réflexions faites dans le paragraphe 6, relativement à l'influence de la longueur de l'instrument et de la chainette sur la sensibilité de la graduation, s'appliquent exactement ici. Mais de plus, contrairement à ce qui a lieu pour les distances, et pour les échelles d'angles fondées sur la mesure des cordes, la sensibilité de la graduation augmente à mesure que les angles augmentent. Il est aisé de voir aussi, à la seule inspection comparative du tableau n° 2, avec les tableaux n°s 3 et 4, combien sous le seul rapport de la sensibilité des échelles, il y aura d'avantage à employer la nouvelle au lieu de celle qui a été décrite dans les

paragraphes (8, 9, 10). On trouve, par exemple, pour l'intervalle entre 45° et 46°.

Sur l'échelle des cordes. . . . . 32 millimètres.

Sur l'échelle de la chainette. . . . 35 id.

Et pour l'intervalle entre 89° et 90°,

Sur l'échelle des cordes. . . . . . 25 id.

Sur l'échelle de la chainette. . . . 49 id.

Si à cette remarque, on joint celle que la chainette a sur le cordon l'avantage de n'être pas extensible sous les faibles tensions que l'emploi de l'instrument exige, on restera bien convaincu de la plus grande exactitude qu'il y aura toujours dans les résultats obtenus à l'aide de l'échelle qui fait l'objet du paragraphe (11), sur ceux qui résulteraient de l'échelle des cordes.

13. Comme les nombres inscrits sur l'échelle des distances ne sont autre chose que les produits par 100 des tangentes trigonométriques des angles d'ouverture de l'instrument, qui donnent ces distances, il s'ensuit que cette échelle n'est généralement parlant, que la traduction de celle que nous avons placée à côté, et réciproquement. Mais, (par suite de la loi différente que l'on a fait suivre aux valeurs successives des variables, dans la mise en nombre des deux formules), il arrive que les traits de division des deux échelles ne coïncident nullement, Ainsi, par exemple, on ne trouve pas écrites sur l'échelle des angles, les valeurs mêmes de ceux qui répondent aux traits de division de l'échelle des distances; et réciproquement on ne trouve pas écrites sur l'échelle des distances, les tangentes trigonométriques des angles mêmes écrits à côté. Cette circonstance peut être mise à profit dans quelques cas particuliers de pratique, pour obtenir avec plus de précision, soit une distance, soit un angle correspondant à l'extrémité de la chai-

nette, lorsque cette extrémité ne tombe pas exactement sur un des traits de division de l'échelle que l'on doit consulter. Un exemple justifiera cette assertion. Supposons que, cherchant l'expression d'un angle, l'extrémité de la chainette vienne aboutir entre les divisions 50° et 50° 20′ (tableau n° 2) en sorte qu'il fallût évaluer à la vue, la quantité de minutes à ajouter au 1er nombre, où à retrancher du 2e. Dans ce cas, s'il arrivait que l'extrémité de la chainette tombât exactement ou presqu'exactement sur le trait intermédiaire de l'échelle des distances, qui répond à une distance de 120 (tableau n° 1) ou à une tangente de 1, 20, on noterait cette tangente, et plus tard, à l'aide de tables trigonométriques, on pourrait s'il en était temps encore, chercher l'angle correspondant 50° 11″ 40″ (à très-peu près). On l'obtiendrait ainsi avec plus de précision qu'on ne l'aurait obtenu sans cela par une simple évaluation à la vue.

DESCRIPTION DE L'INSTRUMENT.

Détail sur sa construction.

14. Les considérations théoriques exposées jusqu'ici pour faire connaître les principes qui servent de base à la construction et à l'usage du nouvel instrument, ont dû en donner une idée assez nette, nous allons cependant le décrire d'une manière plus complète avant de passer aux détails relatifs à son emploi.

La figure 3 représente en projection horizontale, et à l'échelle de 1/1 5, le modèle que l'on a fait exécuter pour être soumis à l'expérience, ouvert et tel qu'il s'offre à la vue lorsqu'il est en fonction étendu sur le terrain.

AB, AB', sont deux triangles en bois de tilleul, arrondis

et garnis de ferrures à leurs extrémités; réunis en A par une charnière qui leur permet de s'écarter l'un de l'autre sous tous les angles possibles comme font les deux branches d'une fausse équerre, les dimensions de ces triangles sont les suivantes :

Longueur { depuis l'axe A de la charnière jusqu'au centre B ou B' du petit trou ménagé dans la ferrure du bout libre. }	2m	000
Largeur.	0,	050
Epaisseur.	0,	025

B, B', petits trous de 3 à 4 millimètres de diamètre destinés à recevoir une petite pointe ou fichet en fer adaptée à l'extrémité du cordon qui sert à prendre la corde soustendue par un angle cherché, et à la reporter sur l'échelle des angles.

C, C', autres petits trous semblables aux précédens, destinés à recevoir des fichets semblables adaptés aux deux extrémités de la chaînette, lorsqu'on veut ouvrir l'instrument sous l'angle droit, pour déterminer la direction de la base. D'après la longueur adoptée pour la chaînette, ces deux petits trous ont leurs centres exactement au milieu de la longueur des branches, c'est-à-dire à 1m de l'axe de la charnière, et du centre des trous B, B'. Ils sont percés dans le bois, et sur la ligne qui partage la largeur des branches en deux parties égales.

D,D', autres petits trous tout-à-fait semblables aux trous C,C', mais percés à une distance de l'axe de la charnière égale à *la longueur de la chaînette* ou plutôt à $\sqrt{2} = 1^m, 4142$. Ce sont les points d'attache de l'une des extrémités de la chaînette. lorsqu'on la fait servir soit à la mesure des distances, soit à celle des angles compris entre 45° et 90°. suffit à cet effet, d'y insérer l'un des fichets qui terminent la chaînette.

E,E', cavités rectangulaires, creusées dans l'épaisseur

erreurs que l'on peut commettre ainsi seront d'autant moindres qu'il sera moins susceptible d'allongement, et seraient tout-à-fait nulles si sa longueur restait invariable sous les divers degrés de tension qu'on lui fait supporter dans les deux cas. Du reste ce cordon n'a pas besoin d'être hydrofuge imperméable, etc. D'après cela, un simple ruban de fil de fer de 1 centimètre environ de largeur, paraît assez convenable. Pour qu'il puisse servir à mesurer des angles très ouverts et voisins de 180°, sa longueur doit aller jusqu'à près de 4^{m}. Cependant, comme les angles supérieurs à 120° ou 150° sont fort rares dans les opérations topographiques; et plus encore, attendu que ces grands angles commencent à devenir peu susceptibles d'être indiqués exactement par les moyens que nous employons, nous avons réduit, à dessein, la longueur du ruban dans notre instrument d'essai à 3^{m},5 environ, ce qui en restreint l'emploi aux angles moindres que 120°.

18, Revenons maintenant à la construction de l'instrument proprement dit.

Deux partis s'offraient à prendre relativement à la manière de disposer les graduations qui constituent, tantôt le télémètre, tantôt le goniomètre. On pouvait placer toutes les échelles sur les deux faces intérieures des branches; et dans ce cas l'instrument n'aurait eu besoin d'aucun fourreau, d'aucun préservatif contre l'action des corps extérieurs. Mais aussi il arriverait fréquemment dans ce cas, *qu'après* l'avoir disposé sur le terrain pour s'en servir, par exemple comme télémètre, on serait obligé de le retourner parce que l'on aurait mis en dessous l'échelle dont on aurait besoin. Ce retournement pouvant occasioner des pertes de temps précieux à la guerre, et augmenter les chances d'être aperçu de l'ennemi, on a préféré rendre la gra-

duation entièrement identique sur chacune des deux branches.

On en a agi de même relativement à chacun des autres détails de construction. Par ce moyen, l'on n'a jamais à tâtonner dans l'emploi de l'instrument, pour savoir de quel côté il doit être tourné. Un autre avantage de cette disposition consiste en ce que si quelque partie de la graduation de l'une des branches était effacée, etc., on pourrait avoir recours à l'autre jusqu'à ce que l'on put se procurer un instrument de rechange.

Malheureusement ces avantages ne peuvent s'obtenir qu'en obligeant à tracer l'une des échelles sur les faces extérieures, ce qui l'expose à être plutôt altérée qui si elle se trouvait sur l'une des faces extérieures, et rendra peut-être nécessaire l'emploi d'une enveloppe quelconque pour préserver l'instrument sur les voitures des équipages d'artillerie.

Sur l'instrument d'essai, l'échelle des distances et celle des angles compris entre 45° et 90°, qui s'obtiennent aussi à l'aide de la chaînette, sont tracées toutes deux, à côté l'une de l'autre sur les faces intérieures des branches; et les faces extérieures sont consacrées chacune à la graduation relative aux angles qui s'obtiennent à l'aide de leurs cordes.

19. Plus les branches sont longues, plus, toutes choses égales d'ailleurs, les résultats fournis par le télégoniomètre sont exacts; et cela par deux raisons: la première c'est qu'il en devient plus facile d'alligner les branches suivant la direction qu'elles doivent avoir; la deuxième c'est que les intervalles des divisions des échelles en deviennent plus grands (6, 10, 12); ce qui permet de les subdiviser en un plus grand nombre de parties, soit à la vue, soit par des

lignes intermédiaires calculées comme les autres. On peut ajouter encore à l'avantage des longues branches, qu'elles rendent plus facile, le mesurage de la base à l'aide du télémètre lui-même, lorsqu'on n'a pas sous la main de chaîne d'arpenteur, et qu'on ne veut pas se contenter d'exprimer cette base en pas.

Mais d'un autre côté, plus les branches sont longues, plus l'instrument devient lourd et d'un maniement incommode; plus en outre, il devient difficile de trouver des bois exempts de défauts susceptibles de le faire déjeter par les variations de l'état hygrométrique de l'air.

L'expérience pourra seule faire connaître la limite de longueur qui compense le mieux les inconvéniens par les avantages. En attendant, remarquons que l'instrument d'essai dont on a donné les dimensions (14) ne paraît pas du tout d'un maniement trop incommode, et que son poids n'est pas non plus de nature à effrayer, puisque garni de tous ses accessoires, ce poids ne s'élève pas tout-à-fait à 3 kilogrammes, et ainsi dépasse à peine le poids du seul trépied des graphomètres et des boussoles.

Toutefois si la longueur de 2^{m} paraissait trop embarrassante, ou si l'on désirait que l'instrument pesât moins encore que le modèle, on pourrait, tout en raccourcissant sensiblement les branches (par exemple de 1 à 5 décimètres) conserver la longueur actuelle de la chaînette, de laquelle seule dépend la grandeur des intervalles des divisions tracées sur les faces intérieures (6, 10,). La précision des indications de ces deux échelles n'en serait donc nullement altérée, et tout l'inconvenient qui en résulterait pour ces échelles serait de les faire partir de limites inférieures plus élevées. Ainsi l'échelle des angles, au lieu de partir de 45° partirait d'environ 58°, si on diminuait les branches de

5 décimètres ; et en même temps l'échelle des distances, qui dans l'instrument d'essai a pour première cote, une distance égale à la base, ne pourrait plus avoir pour cette limite inférieure qu'environ 1,60 fois la base. Ce changement du point de départ des deux échelles dont il s'agit ne constituerait, à la vérité que de faibles inconvéniens, car :

1° A l'égard des distances, cela n'empêcherait pas, ainsi qu'on l'a déjà fait observer (6), de pouvoir mesurer une distance aussi petite que l'on voudrait, parce que rien n'empêcherait de choisir la base pour qu'elle ne fut jamais plus petite que la distance divisée par 1, 60.

2° Et à l'égard des angles, il s'en suivrait seulement que l'on devrait plus fréquemment recourir à l'échelle tracée sur les faces extérieures de l'instrument. A la vértié cette dernière échelle perdrait dans le même cas quelque chose de sa sensibilité parce que les intervalles des divisions y sont proportionnels à la longueur des branches (1).

20. Les bouts des branches (fig. 8) sont arrondis dans le sens de la largeur avec un rayon égal à la moitié de cette largeur ou de 25 milimètres ; ils sont garnis chacun sur toute l'épaisseur d'une bandelette en fer de 25 centimètres environ de développement, appliquée par quelques vis-à-bois.

Les deux bandelettes des bouts libres sont en tôle de 1 millimètre d'épaisseur ; on y a brasé extérieurement, au milieu de la longueur un petit tube également en tôle, ayant environ 4 millimètres de diamètre intérieur, et qui

(1) Depuis la rédaction de cette notice, on a fait exécuter un deuxième modèle de télégoniomètre, d'après les réflexions que l'on vient de lire. Sa longueur est de 1 m., 50, et son poids tout compris de 1 k. 2. On désire qu'il soit soumis à l'essai comparativement au premier.

règne sur toute la hauteur. Ce petit tube forme le trou B ou B' dont on a parlé (14), et sert à recevoir le fichet du cordon avec lequel on prend l'écartement des extrémités des branches pour la mesure des angles à l'aide des échelles extérieures (18). Dans l'application de ces bandelettes, on a eu soin de placer le centre de ce trou à 2^m justes, de l'axe de la charnière qui réunit les deux autres bouts des branches.

Les bandelettes (fig. 9) de ces deux autres bouts diffèrent de celles que l'on vient de décrire, en ce qu'elles sont en fer forgé de 5 millimètres environ d'épaisseur, et qu'elles portent sur leur face extérieure, au lieu du petit tube dont on a parlé, une espèce de fort piton qui sert à former la charnière, à l'aide d'un boulon qui le traverse ainsi que celui de la bandelette de l'autre branche. Pour cela les trous des deux pitons, d'un diamètre parfaitement égal, sont percés ensemble à froid après l'applicage des bandelettes, et bien perpendiculairement à la largeur des branches; le boulon qui les remplit et forme l'axe de rotation est tourné. L'épaisseur des pitons est un peu moindre que la hauteur des bandelettes; leurs faces en regard affleurent le bord correspondant de celles-ci; la longueur totale du boulon depuis le sommet de sa tête jusqu'à l'extrémité de sa tige est de 5 centimètres, ou égale au double de la hauteur de chaque bandelette; de plus la hauteur de sa tête est égale à l'excès de hauteur des bandelettes sur l'épaisseur des pitons; en sorte que quand il est en place, ses deux extrémités sont dans les places mêmes des faces extérieures des branches. Un coup de poinçon appliqué au centre de la tête et du bout de la tige, marque de chaque côté la position précise du sommet de l'angle d'ouverture de l'instrument, et par suite du point de départ pour effectuer la

graduation des deux échelles intérieures à l'aide des tableaux nos 1 et 2 annexés à la fin de cette notice. Le boulon est fixé par un écrou à 6 pans.

21. Ainsi qu'on l'a déjà dit plusieurs fois, chaque trait de division des échelles du télégoniomètre d'essai a été obtenu à l'aide des longueurs indiquées dans les quatre tableaux que l'on trouvera plus loin, portées les unes à partir de l'axe mathématique de la charnière, les autres à partir du centre des trous des extrémités libres. On s'est servi à cet effet de la mesure de précision connue dans l'artillerie sous le nom de pied à coulisse et à becs, munie d'un vernier qui donne des décimillimètres. L'emploi de cette mesure est à la portée de tout ouvrier un peu intelligent, mais elle exige une attention soutenue. On pourrait réduire le tracé des échelles à n'offrir aucune difficulté de la part d'un ouvrier tant soit peu adroit, en effectuant une fois pour toutes ce tracé sur des régles en fer bien dressées, qui serviraient d'étalons pour reporter à l'aide d'une équerre et d'une pointe à tracer chaque trait de division sur les branches préalablement bien dressées, et mises aux dimensions qu'elles doivent avoir.

22. Le choix de l'essence et de la qualité du bois à employer pour en former les branches n'est pas du tout indifférent. Ce bois doit être léger, commun, avoir une certaine dureté, un grain fin, homogène pour la pureté des traits de la graduation qui s'éffectue sur bois. Il doit en outre avoir une certaine force d'élasticité, et être autant que possible exempt de nœuds, situés en dehors de la ligne milieu des branches, et auxquels ne seraient pas opposés des nœuds semblables, et à-peu-près semblablement disposés de l'autre côté de cette ligne; enfin et c'est là un point que je regarde comme très essentiel (surtout lorsque l'on em-

ploie des planches étroites provenant de petits arbres), il convient dans le débit, de faire en sorte que tout dans la texture du bois soit symétrique de part et d'autre de la ligne dont on vient de parler, ligne qui partage la largeur des branches en deux parties égales, parce que c'est sur cette ligne qu'on se dirige dans les alignemens, que les échelles doivent être tracées et consultées, que la chaînette et le cordon s'attachent, etc., etc.

Parmi les essences dont j'ai pu disposer, j'ai donné la préférence au tilleul qui m'a paru réunir au plus haut degré l'ensemble des propriétés ci-dessus énoncées. Malheureusement je n'ai pu me procurer que du bois de brin d'un très faible échantillon et fort chargé de nœuds.

23. Relativement à la manière de débiter les tringles qui doivent former les branches de l'instrument, la principale précaution consiste, si on les prend dans du bois de brin, à scier ce bois, après l'avoir équarri, suivant un plan passant par l'axe, et à faire en sorte que cet axe devienne la ligne milieu des branches, afin qu'il y ait autant de cœur et d'aubier d'un côté de cette ligne que de l'autre. Il est d'ailleurs évident que s'il existe des nœuds il faut faire en sorte que ceux d'un côté corrigent les effets de ceux du côté opposé et que lorsqu'il y en a que l'on ne peut pas disposer ainsi, il vaut mieux les faire tomber sur le plat des tringles que sur leurs côtés ou bords.

Si on tire les tringles de planches provenant d'un sciage parallèlement à l'axe de l'arbre simplement équarri, en sorte que le milieu de chaque planche réponde à un plan par l'axe perpendiculairement à la direction des traits de scie; il faut alors que le milieu de chaque tringle soit pris dans le milieu d'une planche de manière que la direction des rayons de l'arbre, et celle des cercles annuels

soit symétrique de part et d'autre de la ligne milieu. Par ce moyen, surtout s'il n'y a pas de nœuds un peu volumineux d'un côté seulement de cette ligne, les effets de la sécheresse et de l'humidité ne pourront jamais altérer sensiblement la rectitude première de cette même ligne, du moins dans le sens latéral, genre d'altération qui de toutes celles dont les branches de l'instrument sont susceptibles, serait plus à craindre par ses conséquences.

La précaution que l'on vient d'indiquer est plus nécessaire à prendre lorsque l'on emploie des planches étroites provenant de petits arbres, que lorsque ces planches proviennent d'arbres de fort diamètre. Dans ce dernier cas, comme les branches de l'instrument ont très peu de largeur, la différence de texture de part et d'autre de la ligne milieu, serait toujours très faible, de quelque manière qu'elles eussent été débitées, pourvu toutefois qu'il n'y eut pas d'un côté de l'aubier, tandis que l'autre serait tout bois parfait.

24. Le télégoniomètre que l'on présente à l'essai a été construit avec du bois de brin de 12 à 13 centimètres seulement de diamètre, que l'on a scié en deux suivant un plan passant par l'axe, autant du moins que l'a permis le peu de rectitude du bois. Un assez grand nombre de nœuds le déparent, et n'ont pu être répartis conformément à la théorie. Aussi l'une des branches est-elle sensiblement déjetée. Cependant nous espérons encore, malgré cela, obtenir de cet instrument des résultats suffisamment approchés pour les besoins de l'artillerie à la guerre, et même pour ceux des levers topographiques qui n'exigent pas une très grande précision. Au reste nous indiquerons plus loin, en parlant de l'usage de l'instrument, un moyen simple de corriger les erreurs qui peuvent résulter de ces

déformations latérales, lorsque l'on n'est pas trop pressé par le temps (38).

25. Indépendamment des déformations latérales des branches, on pourrait croire qu'il y aurait aussi à appréhender des effets sensibles des variations de longueur auxquelles elles sont assujeties suivant les variations de la température, et de l'état hygrométrique de l'air, parce que la longueur des branches influerait, 1° sur la mesure de la base d'opération quand on ferait servir l'instrument à cette mesure (7); 2° sur les indications des échelles parce que les intervalles des divisions varieraient proportionnellement aux variations des branches. Toutefois, si l'on se rappelle combien sont faibles les changemens de *longueur* des fibres végétales, soit qu'ils proviennent de la température ou de l'humidité, si l'on songe en outre que ces deux genres d'influence se compensent ordinairement plus ou moins, quand c'est l'état de l'air qui les produit simultanément, on sera sans doute disposé à penser que les variations dont il s'agit pourront sans crainte, être négligées dans toutes les applications aux besoins de l'artillerie et des reconnaissances militaires.

J'ai fait, au surplus, à ce sujet sur les tringles en tilleul de l'instrument d'essai, avant leur confection, quelques observations bien propres à lever les doutes que l'on pourrait conserver à cet égard. Ces observations ont été faites en juillet 1831, voici en quoi elles consistent :

1° Les tringles débitées en mars sous l'équarrissage de 70 millimètres sur 35, avaient été exposées pendant environ 15 jours à la forte chaleur produite par un poële chauffé à la houille, près duquel elles étaient placées, et abandonnées ensuite pendant environ trois mois dans une chambre sèche,

	PREMIÈRE.	DEUXIÈME.
Exposées alors pendant six heures à un soleil ardent et mesurées, chaudes on a trouvé.	2,^{m} 0 806	2,^{m} 0 865
2° Exposées ensuite à l'air libre à la fraîcheur de la nuit et mesurées à cinq heures du matin. . . . . . ,	2,^{m} 0 792	2,^{m} 0 866
3° Placées dans une chambre sèche au nord dont la fenêtre était ouverte le jour et fermée la nuit ; après . . 12 h.	2,^{m} 0 790	2,^{m} 0 857
48 h.	2,^{m} 0 801	2,^{m} 0 870
4° Remises pendant 8 h. au soleil contre un mur au midi. , ... ,	2,^{m} 0 822	
5° Exposées toute une nuit à plat sur le sol d'un jardin.	2,^{m} 0 786	2,^{m} 0 858
6° Laissées de 8 h. du soir à 8 h. du matin sur l'herbe pendant une pluie continuelle. . . , ...	2,^{m} 0 793	2,^{m} 0 864
7° Après 5 h. de séjour dans la chambre précitée. . . . , ...	2,^{m} 0 798	2,^{m} 0 869

On voit par ce tableau que la plus grande variation des tringles n'a été que de 36 décimillimètres sur la première et de 12 seulement sur la deuxième. En la supposant de 4 mil. Cette variation serait encore négligeable, car 1° elle ne produirait dans la mesure d'une base de 100 mètres qu'une erreur de deux décimètres ; et 2° répartie sur les divisions des échelles proportionnellement aux intervalles, elle ne produirait jamais une erreur égale au plus petit de ces intervalles.

direction nécessaire pour que le sommet de la tête de l'autre fichet réponde exactement à la ligne milieu de la largeur de la deuxième branche, sur laquelle est la graduation que l'on veut consulter. Cela fait, si le point de rencontre coïncide avec l'une des divisions de la graduation, l'observateur n'aura qu'à lire à côté la valeur de l'angle; et s'il tombe entre deux divisions, il devra ajouter en outre à celle qui répond au plus petit des deux angles qu'elles indiquent, un nombre de minutes plus ou moins considérable selon la position du point trouvé. A ce sujet, remarquons que les divisions de l'échelle qui nous occupe procèdent de 20' en 20', et que les intervalles qui les séparent ne s'abaissent nulle part jusqu'à 11 millim., et s'élèvent jusqu'à 16 dans d'autres parties. Or on accordera sans doute que l'œil le moins exercé ne commettra jamais une erreur de plus de la moitié de ces divisions, et ce ne serait peut-être pas trop présumer de l'habileté du premier observateur venu que de dire qu'il pourrait apprécier les angles à moins de 1/4 d'intervalle, c'est-à dire à moins de 5 minutes près.

28. 2° Lorsque l'angle à évaluer sera moindre que 45° ou plus grand que 90°; ou plus généralement lorsque l'on voudra faire usage de l'échelle tracée sur les faces extérieures, on emploiera le ruban de la manière suivante :

L'aide appuyant sur la branche qui présente en dessus sa face extérieure pour l'empêcher de se déranger pendant l'opération, l'observateur placera le fichet qui termine le ruban dans le trou B ou B' (14) de la ferrure qui garnit le bout de cette branche, puis il tendra ce ruban de manière à le faire passer vis-à-vis le trou semblable qui termine l'autre branche, le saisira entre le pouce et l'index à hauteur du centre même de ce trou, et le transportera immédiatement, et sans sortir le fichet de son trou, le long de la

ligne milieu de la face graduée, où il le tendra de nouveau de la même manière qu'il l'avait fait d'abord. Dans ce mouvement du ruban, l'aide aura soin de faire tourner un peu le fichet sur son axe, afin que le ruban tendu ne fasse pas un angle contre la tête de ce fichet, ce qui en diminuerait un peu la longueur. Cela fait, si l'extrémité du ruban ne sort pas de l'instrument, ce qui aura lieu toutes les fois que l'écartement des deux extrémités des branches ne dépassera pas 2^m, l'angle sera moindre que 60°, et on lira immédiatement la valeur sur l'une des moitiés de la face. Si au contraire l'extrémité du ruban, déterminée comme il a été dit, dépasse l'axe du boulon de la charnière, l'observateur saisira ce ruban entre le pouce et l'index de son autre main, au-dessus même de cet axe, et reportera immédiatement l'excès de son ruban sur 2^m le long de la ligne milieu de la même branche à partir de l'extrémité libre. Cette fois le ruban s'arrêtera nécessairement en un certain point de la longueur de la branche, et il suffira, pour avoir l'angle, de consulter l'échelle tracée sur la deuxième moitié de la face, ce qui ne pourra jamais introduire de confusion pour un observateur un peu attentif, puisqu'il saura toujours que dans ce cas l'angle doit être plus grand que 60°.

29. Je dis maintenant que si l'angle est moindre que 45° on pourra en obtenir l'expression à moins de 10' près, pourvu que l'opération ait été bien conduite, et que l'instrument soit en bon état. En effet les intervalles calculées de degré en degré (tableau n° 3) pour former l'échelle qui nous occupe, ne sont nulle part entre 0° et 45° inférieurs à 32 millimètres et s'élèvent au commencement jusqu'à 35. Ces intervalles varient donc très peu l'un de l'autre, et l'on a pu, (pour éviter des calculs sans utilité)

les diviser chacun en trois parties égales pour obtenir des tiers de degré ou 20', de plus les intervalles de 20' ainsi obtenus étant encore supérieurs à 1 centimètre, on conviendra qu'il sera possible d'en évaluer par estime, au moins la moitié, de manière à obtenir l'angle à moins de 10' près.

Depuis 45° jusqu'à 90° les intervalles de 1° diminuent (tabl. n°s 3 et 4) depuis 32 jusqu'à 25 millimètres. Le tiers de ces intervalles, ou 20', varie donc dans cette partie de l'échelle, de 11 à 8 millimètres, et l'approximation en diminue nécessairement pour cette série d'angles, c'est pour cela que l'on fera toujours bien de les observer sur l'échelle intérieure ainsi qu'on l'a expliqué (27).

Quant aux angles > 90° l'approximation est moindre encore car l'intervalle de 1° (tabl. n° 4) n'est que de 25 millimètres au commencement, c'est-à-dire entre 90° et 91° et se trouve n'être pas même de 1 millimètre à 177°. Toutefois cet intervalle est encore de 1 centimètre jusqu'à l'angle de 150°; on pourra donc, jusque là, apprécier des demi-degrés au-delà de 160°, on serait heureux de pouvoir juger encore avec quelqu'exactitude à 1° près. Mais aussi de si grands angles se présentent bien rarement dans la pratique, et il serait de la prudence, dans le cas où il s'en présenterait, de les observer en deux opérations successives, de manière à n'avoir à mesurer que des angles moindres que 90°; en choisissant à cet effet un point intermédiaire de l'horizon, pour partager l'angle cherché en deux *parties* à-peu-près égales.

30. Cette manière d'obtenir un grand angle par la réunion de deux angles moindres, permettrait de faire servir l'instrument alors même qu'on n'aurait pas sous la main un cordon d'une longueur suffisante pour pouvoir le tendre

de l'extrémité d'une branche à l'extrémité de l'autre, ou bien encore dans le cas où l'échelle des grands angles tracée sur la face extérieure, viendrait à s'effacer. On pourrait aussi, au besoin, et par une raison analogue suppléer à l'échelle des angles $<45^\circ$, puisque chacun de ces angles étant toujours la différence de deux angles compris entre 45° et 90°, pourrait s'obtenir par deux opérations dont on retrancherait les résultats l'un de l'autre. Dans ce cas, la chaînette (ou un cordon de sa longueur, par exemple celui du fil de fer à plomb) suffirait à tout.

31. Lorsqu'on voudra remplacer la chaînette par un cordon, pour la mesure des angles compris entre 45° et 90°, à l'aide de l'échelle intérieure, on devra adapter au bout de ce cordon, s'il n'y en a déjà un, un petit fichet, ou toute pointe qui puisse en tenir lieu. Alors en plaçant ce fichet ou cette pointe dans le trou D ou D', (14) qui forme le point ordinaire d'attache de la chaînette, on tendra ce cordon le long de la ligne milieu de la branche jusqu'à l'axe de charnière, là on le saisira entre le pouce et l'index, pour déterminer la longueur précise qu'il doit avoir, et sur-le-champ on le reportera toujours tendu, de manière à faire aboutir l'extrémité déterminée comme on vient de dire, sur la ligne milieu de l'autre branche.

2° *Usage du télémètre.*

32. Pour que le télémètre puisse servir à trouver des distances inaccessibles sans calcul trigonométrique, sans construction géométrique, il faut, ainsi qu'on l'a dit dès le début de cette notice, pouvoir prendre sur le terrain, au point accessible, une base perpendiculaire à la ligne à mesurer. Comme cette condition est de nature à en restreindre

l'usage, il ne sera peut-être pas inutile d'indiquer ici quelques ressources qui se présentent naturellement pour étendre cet usage à certains cas où à la première vue, il paraîtrait se refuser.

Il est clair, par exemple que si au point accessible même, il y avait impossibilité de prendre la base dont on aurait besoin; mais qu'on pût faire cette opération, soit en avant soit en arrière de ce point, à une distance qui fut bien connue, on se trouverait encore dans les circonstances où l'instrument remplirait son objet.

Il est évident encore, d'après la théorie comme d'après la construction de l'instrument, que la base peut être dirigée aussi bien à gauche qu'à droite de la ligne à mesurer.

Enfin le moindre examen de la matière, suffira pour faire voir que nous aurions pu adopter pour la direction de la base par rapport à celle de la distance à mesurer, tout autre que la perpendiculaire. Le point essentiel est que, une direction quelconque ayant été une fois adoptée, elle soit conservée invariablement et que l'instrument donne lui-même le moyen de la prendre avec facilité. En choisissant l'angle droit de préférence, nous avons été guidé par la plus grande simplicité des formules et des calculs nécessaires pour la construction des échelles; et parce que la discussion théorique préalable des avantages et inconvéniens attachés aux diverses inclinaisons que l'on pouvait adopter, a paru faire pencher la balance en faveur de l'angle *droit*. Mais il n'en est pas moins vrai que si les expériences que nous demandons, faisaient désirer que le nouveau télémètre pût être étendu aux cas où il y aurait impossibilité de prendre une base perpendiculaire à la ligne à mesurer, il serait facile de la faire jouir de cette propriété, au moins

pour une ou plusieurs autres directions déterminées. Il suffirait pour cela de construire une ou plusieurs autres échelles de distances, sur les faces extérieures des branches ; sauf si on ne voulait pas lui faire perdre la propriété de donner les angles à l'aide de leurs cordes à reporter l'échelle de ces cordes sur les faces latérales.

33. Passons maintenant à la description des opérations à faire pour mesurer une distance sans calcul, à l'aide du télémètre, tel qu'on le présente à l'expérience.

Le point de départ de la base étant fixé, l'observateur place l'instrument à terre, de manière que le contre de la charnière réponde en ce point ; que l'une des branches soit approximativement dirigée vers l'objet dont il cherche à connaître l'éloignement, et que l'autre fasse avec la première un angle approchant de 90°, du côté où il se propose de mesurer la base. Cela fait, à l'aide de son fil-à-plomb, ou par l'un des moyens indiqués (26), il achève de diriger exactement la première branche vers le point inaccessible ; puis il achève aussi de donner à la deuxième, la direction qu'elle doit avoir. A cet effet, il peut employer, soit la chaînette, sont le ruban. Dans le premier cas, il suffit de placer les deux fichets de la chaînette dans les trous C,C', percés au milieu de la longueur des branches, et d'écarter celles-ci jusqu'à ce que la chaînette soit tendue ; car sa longueur ayant été fixée à $\frac{L}{\sqrt{2}}$ (L étant la longueur des branches (4), il est clair qu'elle est alors l'hypothèse d'un triangle rectangle, dont les côtés de l'angle droit auraient tous deux pour longueur $\frac{L}{2}$

Dans le deuxième cas, il peut opérer de deux manières, savoir : ou en prenant sur son ruban une longueur égale à

la chaînette (31) et achevant ensuite l'opération d'une manière analogue à ce que l'on vient de dire; ou bien en prenant sur son ruban une longueur égale à la corde de l'angle droit, dans un cercle de 2^m de rayon (longueur tout indiquée sur l'échelle des cordes), et la faisant servir à déterminer l'écartement des extrémités des branches.

34. La deuxième branche étant ainsi dirigée perpendiculairement à la première, donne la direction de la base, qu'il ne reste plus qu'à prolonger d'une quantité suffisante pour pouvoir en mesurer ensuite la longueur que l'on veut employer. Pour effectuer ce prolongement, l'observateur se place en arrière de la branche, tend son fil-à-plomb de manière qu'il se projete suivant la ligne milieu de sa largeur, et fait de la main des signes à son aide, pour placer à une distance un peu plus grande que celle que doit avoir la base, un objet quelconque très visible (par exemple, un jalon, un homme, etc.), dans le plan vertical qu'il a ainsi déterminé.

Pour une opération pressée le mesurage de la base peut se faire au pas, sauf à convertir ensuite le résultat fourni par le télémètre en unités plus précises, à l'aide du rapport que l'observateur aura reconnu entre son pas, et l'espèce d'unités qu'il voudra employer. Dans tous les cas, le télémètre donne toujours la distance en unités de la même espèce que celles qui ont servi à exprimer la base par le nombre 100 (5).

Lorsqu'on voudra mesurer la base en mètres, 25 reports du télémètre, ouvert de manière que ses deux branches soient dans le prolongement l'une de l'autre, suffiront pour obtenir une longueur de 100 mètres. Cependant lorsque le terrain sera accidenté en quelques endroits de la longueur à mesurer, il pourra être quelquefois préférable de n'em-

ployer à cet effet que le télémètre fermé, disposition dans laquelle il n'a plus que 2^m de longueur, et obligé à un plus grand nombre de reports successifs.

35. Aussitôt la base mesurée, l'observateur place de nouveau le télémètre à terre, l'axe de la charnière au bout même de la base, l'une des branches dirigée suivant cette base, et tournée vers la première station, où l'on a dû laisser un repère ; l'autre branche tournée vers le point éloigné dont on cherche la distance. Il achève ensuite d'alligner exactement chacune de ces deux branches, ainsi qu'il a été dit (26); et enfin, il fait pour lire sur l'instrument convenablement disposé la distance cherchée, une opération avec la chaînette, en tout semblable à celle qui a été décrite pour la mesure des angles (27), si ce n'est qu'au lieu de consulter l'échelle goniométrique, il consultera celle qui est à côté sur la même face, et qui porte le nom de télémètre.

Supposons, pour donner un exemple, qu'ayant employé une base de 100 mètres, l'extrémité de la chaînette tombe sensiblement au milieu ou petit intervalle qui sépare la division 445 de la division 440, on en concluera sur-le-champ que la distance cherchée est d'environ $442^m,5$. Pour la même disposition de l'instrument, si la base avait été plus grande, (par exemple, 275 mètres) la distance obtenue en nombre abstrait, deviendrait étant exprimée en mètres $\frac{442,5\times 275^m}{100}=1217^m$. Si au contraire la base avait été moindre que $100,^m$ par exemple 50^m, la distance trouvée ne répondrait qu'à $\frac{442,5,\times 50}{100}=221,^m 1/4$; enfin si la base avait été mesurée en pas ordinaires de 8 décimètres, après avoir lu sur l'instrument le nombre abstrait 442,5, on se

rappellerait qu'il exprime des pas de 8 décimètres chacun et que par conséquent sa valeur réelle est de 354 mètres.

36. Voilà à quoi se réduit l'usage du télémètre. Les opérations qu'il nécessite sont, comme on voit à la portée de tous les sous-officiers de l'artillerie. Disons maintenant un mot de la manière dont on a fait procéder les divisions de l'échelle, de la grandeur des intervalles qui les séparent, afin de mettre à même de juger du degré d'approximation auquel on peut atteindre dans les différens cas.

Depuis une distance égale à la base, jusqu'à une distance de cinq fois la base, chaque intervalle représente 0,05 ou $\frac{1}{20}$ de cette base, et ces intervalles qui sont de 49 mil. au commencement de cette partie de l'échelle, sont encore de 5 millimètres à la fin.

Pour les distances comprises entre cinq fois et six et demi fois la base, les intervalles des divisions sont de 0,1 de la base, et ils sont de 10 millimètres au commencement de cette partie de l'échelle, et de 6 1/2 millimètres à la fin.

Enfin depuis six fois et demi la base jusqu'à dix fois cette base, les divisions successives procèdent par 0,25 ou 1/4 de la base, et leurs intervalles sont compris entre 15 1/2 mil. et 7 mil.

Il résulte de là que les plus petits intervalles de l'échelle sont encore extrêmement faciles à apprécier à la vue, et n'exigent pas une grande attention de l'observateur pour être comptés, à partir de la dernière division qui est marquée par un nombre inscrit à côté. On voit en outre qu'il sera possible au besoin de prendre, à la vue, des fractions d'intervalles, surtout pour ceux qui répondent au commencement de chacune des trois parties de l'échelle que nous venons de décrire. D'après cela, nous pensons que les

erreurs qui peuvent naître de la seule lecture des indications fournies par la chaînette ne dépasseront jamais

$\frac{1}{100} = 0,010$	de la distance,	jusqu'aux distances de	5	fois la base,
$\frac{1}{65} = 0,015$	id.	id.	6,5	id.
$\frac{1}{40} = 0,025$	id.	id.	10	id.

Si donc l'instrument a été bien construit, s'il est resté en bon état, si les branches ont été bien alignées, la base bien mesurée, si l'opération avec la chaînette a été bien faite, etc., il n'y aura aucune raison pour qu'on n'obtienne pas aussi ce degré d'approximation. Mais comme la température, et l'état hygrométrique de l'air influeront un peu sur la graduation, comme l'opération de l'allignement des branches sera aussi sujette à quelques erreurs, soit par défaut d'exercice de l'opérateur, soit par quelqu'accident de terrain (26), soit par l'effet de la réfraction atmosphérique, soit enfin par quelque défaut de rectitude des branches, dans le sens latéral, comme en outre, un défaut de rectitude des branches, influera encore sur le résultat par la position différente qu'elle amènera dans l'extrémité de la chaînette tendue ; par ces différentes raisons, nous admettrons volontiers que dans une opération d'ailleurs faite avec tout le soin possible, les approximations seront beaucoup moindres que celles que nous venons de trouver, et pourraient par exemple être réduites à

$\frac{1}{50}$	0,020	jusqu'aux distances de	5	fois la base.
$\frac{1}{40}$	0,025	id.	6,5	id.
$\frac{1}{25} = 0,040$		id.	10	id.

En ayant égard dans cette évaluation à l'accroissement progressif des intervalles des trois parties de l'échelle.

D'après cela, s'il s'agissait, par exemple d'opérer avec une base de 100 mètres on obtiendrait :

Une distance de	500	mètres	à 10	mètres près.
Id.	650	id.	16	id.
id.	1,000	id.	40	id.

Approximations dont les deux premières surtout sont bien suffisantes dans toutes les applications immédiates aux besoins de l'art militaire à la guerre, et qu'on voudrait d'ailleurs beaucoup plus grandes pour les mêmes distances, en employant une base plus étendue.

37. Quelques expériences faites par l'auteur de l'instrument justifient pleinement ces conclusions, et il en est de même de deux expériences faites en 1830 par une commission composée d'officiers du quatrième régiment d'artillerie, en employant un modèle de télémètre autre que celui qui a été décrit dans cette notice, et dont les intervalles des divisions procédaient, dans toute l'étendue de l'échelle par $\frac{1}{8^m}$=0,125 de la base, (ce qui laissait plus de prise à des évaluations arbitraires lorsque la chaînette aboutissait entre deux divisions). Voici comment la commission rend compte des résultats qu'elle a obtenus, dans un rapport déposé à la bibliothèque de l'école de Lafère.

« *Première épreuve.* Avec une base de 100 mètres, l'ins-
» trument a donné 560 mètres, pour une distance de
» 548 mètres ; erreur en plus 12 mètres. »

« *Deuxième épreuve.* Avec une base de 200 mètres,
» l'instrument a donné 915 mètres, pour une distance de
» 898 mètres ; erreur en plus 17 mètres. »

38. Nous ne répéterons pas ici ce que nous avons dit en plusieurs endroits de cette notice (6, 12, 19,) sur le moyen d'augmenter la sensibilité du télégoniomètre, soit en aug-

mentant la longueur de ses branches, et par suite celle de la chaînette, soit en augmentant seulement la longueur de cette dernière; mais nous ferons remarquer que dans le cas où les branches se seraient déjetées au point de faire craindre une erreur plus forte que celle que l'on peut tolérer dans la pratique, les deux causes de cette erreur, et notamment celle qui dépendrait de la fausse position que prendrait alors la chaînette, ou de la fausse valeur de l'écartement des extrémités des branches, pourraient être corrigées en faisant une double opération. Supposons par exemple, que le sens de la déformation fût tel que d'après la manière dont les branches auraient été écartées l'une de l'autre, l'écartement fut plus grand qu'il ne devait être, en sorte que l'on obtiendrait, en général des résultats trop forts, soit pour les angles, soit pour les distances; eh bien, en recommençant immédiatement l'opération, avec la précaution cette fois, d'écarter les branches de manière que les faces latérales qui étaient en dehors à la première soient maintenant en dedans, l'écartement des branches serait (toutes choses égales d'ailleurs) autant trop petit qu'il était d'abord trop grand, et à cause du peu d'étendue de cet écart, en prenant la moyenne des résultats obtenus dans les deux opérations, on aurait un résultat exempt des deux causes d'erreur qui nous occupent.

39. Terminons cette notice sur le télégoniomètre, en indiquant la manière de procéder à sa vérification, ou si l'on veut, à son épreuve de réception, dans le cas où l'on n'aurait pas sous la main les échelles dont nous avons parlé (21), ni les tables quiservent à les obtenir.

Pour l'échelle des distances. On se servirait de l'instrument pour chercher l'expression d'une distance connue, à l'une des extrémités de laquelle serait menée une ligne

bien rigoureusement perpendiculaire. On prendrait sur cette ligne des bases diverses avec beaucoup de soin, et opérant comme on a dit, il faudrait que quelle que fut la base, son produit par le 1/100 du nombre donné pour elle par l'instrument fut égal à la distance connue, ou n'en différât que dans des limites déterminées. Dans cette opération, la distance connue pourrait ne pas dépasser 100 mètres; quant à la longueur de la ligne sur laquelle, se mesureraient les bases, elle pourrait aussi s'étendre jusqu'à 100 mètres, si l'on voulait vérifier l'échelle dans toute son étendue, ou bien elle pourrait n'être que de 20 mètres, si l'on voulait se borner à vérifier les parties les plus usuelles de l'échelle, ou qui répondraient à des distances de cinq fois, ou quatre fois la base.

Pour l'échelle des angles. On se placerait au centre d'un terrain un peu étendu, par exemple, d'une vaste cour; et l'on releverait successivement les angles formés autour de ce point central, par un certain nombre de rayons visuels, aboutissant à des objets fixes. En partant de l'un de ces objets, et tournant successivement l'instrument pour y revenir, on devrait trouver 360°. En faisant 2, 3, 4 etc., fois le tour, on devrait obtenir 2, 3, 4, etc., fois 360°; et pour peu que l'on variât la grandeur des angles mesurés à chaque tour, en prenant tantôt un angle par une seule opération, tantôt le prenant par 2, 3, etc., on serait bientôt à même de vérifier les diverses échelles d'angles tracées sur l'instrument.

RIEFFEL,
Professeur aux Écoles d'artillerie.

TABLEAU N° 1, *servant au tracé de l'échelle des distances.*

Distances exprimées en 1/100 partie de la base.	Longueurs qui, portées sur la ligne milieu à partir du sommet de l'angle, donnent les divisions de l'échelle.	Distances exprimées en 1/100 partie de la base.	Longueurs qui portées sur la ligne milieu à partir du sommet de l'angle, donnent les divisions de l'échelle.	Distances exprimées en 1/100 partie de la base.	Longueurs qui, portées sur la ligne milieu à partir du sommet de l'angle, donnent les divisions de l'échelle.
	mètres.		mètres.		mètres.
100	2,00000	285	0,93646	470	0,58862
105	1,95064	290	0,92204	475	0,58269
110	1,90261	295	0,90804	480	0,57687
115	1,85595	300	0,89443	485	0,57117
120	1,81071	305	0,88120	490	0,56557
125	1,76690	310	0,86834	495	0,56008
130	1,72452	315	0,85582	500	0,55470
135	1,68356	320	0,84364	510	0,54423
140	1,64399	325	0,83180	520	0,53414
145	1,60579	330	0,82026	530	0,52441
150	1,56893	335	0,80903	540	0,51503
155	1,53337	340	0,79809	550	0,50596
160	1,49906	345	0,78742	560	0,49721
165	1,46598	350	0,77703	570	0,48876
170	1,43407	355	0,76689	580	0,48057
175	1,40329	360	0,75701	590	0,47265
180	1,37361	365	0,74737	600	0,46499
185	1,34497	370	0,73796	610	0,45757
190	1,31733	375	0,72878	620	0,45038
195	1,29066	380	0,71982	630	0,44341
200	1,26491	385	0,71106	640	0,43664
205	1,24005	390	0,70251	650	0,43008
210	1,21604	395	0,69416	675	0,41450
215	1,19283	400	0,68599	700	0,40000
220	1,17041	405	0,67804	725	0,38647
225	1,14873	410	0,67021	750	0,37382
230	1,12777	415	0,66258	775	0,36196
235	1,10749	420	0,65512	800	0,35082
240	1,08786	425	0,64782	825	0,34035
245	1,06885	430	0,64068	850	0,33048
250	1,05045	435	0,63368	875	0,32116
255	1,03262	440	0,62684	900	0,31235
260	1,01535	445	0,62014	925	0,30400
265	0,99860	450	0,61357	950	0,29609
270	0,98235	455	0,60714	975	0,28858
275	0,96659	460	0,60084	1000	0,28144
280	0,95130	465	0,59467		

Tableau N° 2, *servant au tracé de l'échelle des angles compris entre 45° et 90°.*

Angles.	Longueurs qui portées sur la ligne milieu à partir du sommet de l'angle donnent les divisions de l'échelle.	Angles.	Longueurs qui portées sur la ligne milieu à partir du sommet de l'angle donnent sur les divions de l'échelle.	Angles.	Longueurs qui portées sur la ligne milieu à partir du sommet de l'angle donnent les divisions de l'échelle.	Angles.	Longueurs qui portées sur la ligne milieu à partir du sommet de l'angle donnent les divisions de l'échelle.
	mètres.		mètres.		mètres.		mètres.
45° 0'	2, 00000	56° 20'	1, 56797	67° 40'	1, 07479	79° 0'	0, 53969
20	1, 98833	40	1, 55425	68 0	1, 05955	20	0, 52353
40	1, 97660	57 0	1, 54047	20	1, 04427	40	0, 50735
46 0	1, 96479	20	1, 52665	40	1, 02896	80 0	0, 49115
20	1, 95292	40	1, 51277	69 0	1, 01362	20	0, 47494
40	1, 94098	58 0	1, 49884	20	0, 99824	40	0, 45871
47 0	1, 92898	20	1, 48486	40	0, 98283	81 0	0, 44246
20	1, 91692	40	1, 47083	70 0	0, 96738	20	0, 42620
40	1, 90478	59 0	1, 45675	20	0, 95190	40	0, 40993
48 0	1, 89259	20	1, 44262	40	0, 93639	82 0	0, 39364
20	1, 88033	40	1, 42844	71 0	0, 92085	20	0, 37734
40	1, 86800	60 0	1, 41421	20	0, 90527	40	0, 36103
49 0	1, 85561	20	1, 39994	40	0, 88967	83 0	0, 34470
20	1, 84316	40	1, 38562	72 0	0, 87403	20	0, 32836
40	1, 83065	61 0	1, 37125	20	0, 85837	40	0, 31201
50 0	1, 81808	20	1, 35683	40	0, 84267	84 0	0, 29565
20	1, 80544	40	1, 34237	73 0	0, 82695	20	0, 27928
40	1, 79275	62 0	1, 32787	20	0, 81120	40	0, 26290
51 0	1, 77999	20	1, 31331	40	0, 79542	85 0	0, 24651
20	1, 76717	40	1, 29872	74 0	0, 77962	20	0, 23012
40	1, 75429	63 0	1, 28408	20	0, 76379	40	0, 21371
52 0	1, 74135	20	1, 26940	40	0, 74793	86 0	0, 19730
20	1, 72836	40	1, 25467	75 0	0, 73205	20	0, 18088
40	1, 71530	64 0	1, 23990	20	0, 71614	40	0, 16446
53 0	1, 70219	20	1, 22509	40	0, 70021	87 0	0, 14803
20	1, 68902	40	1, 21024	76 0	0, 68426	20	0, 13159
40	1, 67579	65 0	1, 19535	20	0, 66828	40	0, 11515
54 0	1, 66251	20	1, 18041	40	0, 65228	88 0	0, 09871
20	1, 64917	40	1, 16544	77 0	0, 63626	20	0, 08226
40	1, 63578	66 0	1, 15042	20	0, 62021	40	0, 06581
55 0	1, 62232	20	1, 13537	40	0, 60415	89 0	0, 04936
20	1, 60881	40	1, 12028	78 0	0, 58806	20	0, 03291
40	1, 59525	67 0	1, 10515	20	0, 57196	40	0, 01645
56 0	1, 58164	20	1, 08999	40	0, 55583	90 0	0, 00000

TABLEAU N° 3, *servant au tracé de l'échelle des angles compris entre 0° et 60°.*

ANGLES.	Longueurs qui portées sur la ligne milieu à partir du bout libre donnent les divisions de l'échelle.	ANGLES.	Longueurs qui, portées sur la ligne milieu à partir du bout libre donnent les divisions de l'échelle.
	mètres.		mètres.
0°	0, 00000	31	1, 06895
1	0, 03493	32	1, 10252
2	0, 06980	33	1, 13606
3	0, 10472	34	1, 16949
4	0, 13960	35	1, 20282
5	0, 17448	36	1, 23607
6	0, 20934	37	1, 26922
7	0, 24420	38	1, 30227
8	0, 27903	39	1, 33519
9	0, 31384	40	1, 36808
10	0, 34862	41	1, 40083
11	0, 38338	42	1, 43347
12	0, 41811	43	1, 46600
13	0, 45281	44	1, 49843
14	0, 48747	45	1, 53072
15	0, 52210	46	1, 56293
16	0, 55669	47	1, 59500
17	0, 59124	48	1, 62695
18	0, 62574	49	1, 65877
19	0, 66019	50	1, 69047
20	0, 69459	51	1, 72205
21	0, 72894	52	1, 75349
22	0, 76323	53	1, 78479
23	0, 79747	54	1, 81596
24	0, 83165	55	1, 84700
25	0, 86576	56	1, 87789
26	0, 89980	57	1, 90864
27	9, 93378	58	1, 93924
28	0, 96769	59	1, 96969
29	1, 00152	60	1, 00000
30	1, 03529		

TABLEAU N° 4, *servant au tracé de l'échelle des angles compris entre 60° et 180°.*

ANGLES.	Longueurs qui, portées sur la ligne milieu à partir du bout libre donnent les divisions de l'échelle*.	ANGLES.	Longueurs qui, portées sur la ligne milieu à partir du bout libre donnent les divisions de l'échelle *.	ANGLES.	Longueurs qui, portées sur la ligne milieu à partir du bout libre donnent les divisions de l'échelle *.	ANGLES.	Longueurs qui, portées sur la ligne milieu à partir du bout libre donnent les divisions de l'échelle *.
	mètres.		mètres.		mètres.		mètres.
61°	0, 03015	91°	0, 85300	121	1, 48142	151	1, 87259
62	0, 06015	92	0, 87736	122	1, 49848	152	1, 88118
63	0, 09000	93	0, 90150	123	1, 51537	153	1, 88948
64	0, 11968	94	0, 92541	124	1, 53179	154	1, 89748
65	0, 14920	95	0, 94908	125	1, 54804	155	1, 90518
66	0, 17852	96	0, 97258	126	1, 56403	156	1, 91259
67	0, 20775	97	0, 99582	127	1, 57974	157	1, 91970
68	0, 23674	98	1, 01884	128	1, 59518	158	1, 92651
69	0, 26562	99	1, 04162	129	1, 61034	159	1, 93302
70	0, 29431	100	1, 06418	130	1, 62523	160	1, 93923
71	0, 32281	101	1, 08650	131	1, 63984	161	1, 94514
72	0, 35114	102	1, 10858	132	1, 65418	162	1, 95075
73	0, 37929	103	1, 13043	133	1, 66824	163	1, 95606
74	0, 40723	104	1, 15204	134	1, 68202	164	1, 96107
75	0, 43504	105	1, 17341	135	1, 69552	165	1, 96578
76	0, 46265	106	1, 19455	136	1, 70874	166	1, 97018
77	0, 49006	107	1, 21543	137	1, 72167	167	1, 97429
78	0, 51728	108	1, 23607	138	1, 74432	168	1, 97809
79	0, 54431	109	1, 25646	139	1, 74669	169	1, 98158
80	0, 57114	110	1, 27661	140	1, 75877	170	1, 98478
81	0, 59779	111	1, 29650	141	1, 77058	171	1, 98767
82	0, 62424	112	1, 31615	142	1, 78207	172	1, 99026
83	0, 65048	113	1, 33554	143	1, 79329	173	1, 99254
84	0, 67652	114	1, 35468	144	1, 80423	174	1, 99452
85	0, 70236	115	1, 37357	145	1, 81487	175	1, 99619
86	0, 72799	116	1, 39219	146	1, 82522	176	1, 99756
87	0, 75342	117	1, 41056	147	1, 83528	177	1, 99863
88	0, 77863	118	1, 42867	148	1, 84505	178	1, 99935
89	0, 80364	119	1, 44652	149	1, 85453	179	1, 99985
90	0, 82843	120	1, 46410	150	1, 86370	180	2, 00000

* NOTA. Chacun des nombres de cette colonne exprime ce qu'il faut ajouter à 2 mètres pour avoir la longueur de la corde qui sous-tend l'angle correspondant, dans un cercle de 2 mètres de rayon.

DE LA DÉFENSE DES ÉTATS

PAR LES POSITIONS FORTIFIÉES.

(Troisième article.)

De la manière d'employer les forteresses pour la défense des montagnes du deuxième degré.

81. Les masses de montagnes du premier degré opposent de si grands obstacles à tout mouvement de troupes que nous pouvions facilement nous dispenser de distinguer les différentes directions que les chaînes de ces montagnes peuvent suivre relativement à la frontière. Il n'en est pas de même pour les montagnes du deuxième degré, dont les crêtes offrent toujours de larges directions, plus ou moins praticables, toujours déterminées par les obstacles des terrains adjacens. Ces dernières montagnes ne sont coupées par des positions, que dans les points que nous ferons connaître plus bas. Ici la nature de la défense varie, suivant les rapports qu'ont ces directions praticables avec celles de la frontière. Nous examinerons successivemeut les différentes combinaisons qui peuvent en résulter savoir :

1° Une chaîne de montagne unique courant parallèlement à la frontière.

2° La frontière coupant une chaîne de montagnes qui passe d'un pays dans l'autre.

3° Plusieurs chaînes de montagnes partant de votre pays pour entrer dans le pays ennemi, ou réciproquement.

4° Enfin la grande chaîne étant perpendiculaire à

la frontière, deux de ses différentes ramifications peuvent se trouver parallèles à cette même frontière.

Des circonstances dans lesquelles une chaîne de montagne unique court parallèlement à la frontière.

82. Cette question donne lieu à trois hypothèses différentes : 1° celle où la frontière suit la crête des montagnes. 2° Celle où la frontière se trouve au-delà de la crête. 3° Celle où la frontière se trouve en deçà de cette même crête.

Des circonstances où la frontière suit la crête des montagnes.

83. Une semblable frontière ne pourra être efficacement défendue, par un système combiné de forteresses et de troupes mobiles uniquement employées à soutenir ces forteresses. On en sera convaincu si l'on se rappelle que nous avons déjà prouvé qu'il était impossible de compter sur les forteresses, pour fermer tous les passages dans les montagnes du deuxième degré.

Les garnisons des forteresses, construites sur le sommet de la chaîne de montagnes, ne pourront arrêter les progrès de l'ennemi, en lui faisant craindre pour l'arrivée de ses convois; puisque les sommets de ces montagnes, quoique généralement praticables, ne permettront pas l'établissement d'une ligne de forteresses dont les différentes sphères d'activité soient en contact. En effet les points où s'attachent les contre-forts de la première chaîne, sont toujours marqués par des sommités, plus ou moins relevées, dont il est facile à un petit corps de troupes de se servir pour resserrer extrêmement la sphère d'activité d'une forteresse. Ce corps de troupes peut s'étendre, ou manœuvrer à droite et à gauche,

derrière les ravins qui partent du point dont nous parlons, de manière à engager la garnison, si elle veut entreprendre de le tourner, dans les terrains où la réunion d'une plus grande masse d'eaux aura rendu ces ravins profonds et escarpés. Alors l'ennemi pourra se servir de ce masque pour faire passer tranquillement ses convois, par une vallée aboutissant à la crête des montagnes, suivant une direction parallèle à celle des ravins. Enfin les contre-forts qui descendent d'une grande chaîne, sont eux-mêmes coupés par une grande quantité de vallons ou de ravins rejoignant plus ou moins obliquement les grandes vallées principales qui les séparent. Il est donc impossible que les forteresses construites, sur le revers des montagnes, soit sur les contre-forts, soit dans les grandes vallées, puissent former une ligne de sphrèes d'activité qui soient en contact et qui arrêtent les progrès de l'ennemi en lui faisant craindre pour ses convois.

84. Ce n'est donc que par les manœuvres qu'on peut acquérir une force suffisante pour défendre une chaîne de montagne semblable à celle dont nous parlons actuellemcut. Les attaquans, obligés d'opérer rapidement, afin de ne pas laisser à leurs adversaires tous les avantages d'une force active sur des masses lentes à remuer, sont dans la nécessité de regarder certains obstacles comme impénétrables; tandis que l'armée défensive, quoique peu manœuvrière, peut s'ouvrir lentement un chemin à travers ces obstacles, et obtenir de grands avantages sur les assaillans. Ceux c sont souvent forcés de former différentes colonnes, très éloignées les unes des autres, pour gagner les sommités de la chaîne principale, en suivant soit les différentes gorges, soit les arrêtes de différens contre-forts des montagnes. Il est alors possible de battre en détail ces différens corps avant

qu'ils aient pu se réunir. Souvent des menaces exécutées contre la ligne d'opération de l'ennemi, l'obligeront à changer cette ligne, ce qui retardera le cours de ses opérations. On peut encore profiter de son incertitude lors du changement de sa ligne d'opération, ou de l'allongement de cette ligne, pour lui porter quelque coup décisif.

85. On peut conclure de là qu'il faut pour la défense d'une chaîne de montagnes du deuxième degré : 1° Des forteresses de dépôts qui appuyent tous les mouvemens des troupes, sur la grande chaîne, et assurent leurs moyens de subsistance. 2° Des forteresses qui forcent l'ennemi à allonger ses lignes d'opérations. Elles seront aussi places de dépôt, si, comme il arrive ordinairement, elles peuvent être employées à appuyer des mouvemens dirigés contre les lignes d'opérations de l'ennemi.

86. Les forteresses de dépôt d'où les troupes tireront leurs subsistances, toutes les fois qu'elles agiront sur la grande chaîne, doivent être nécessairement établies sur les revers de cette chaîne. Car si l'une de ces forteresses de dépôt était établie sur la grande chaîne elle-même, il y aurait des mouvemens de l'ennemi qui pourraient couper de prime abord ses communications avec les autres parties de la chaîne. Ces forteresses ne pourraient plus alors appuyer les mouvemens des troupes sur ces parties de la montagne.

Les forteressses établies en arrière de la crête de la grande chaîne, se trouveront plus également à portée des différens points de celle-ci. Elles pourront donc servir à appuyer, avec une égale force, les mouvemens que l'on exécutera, sur une plus grande partie de la crête des montagnes. On y trouvera un grand avantage, puisque les défenseurs sont obligés de régler leurs contre-manœuvres sur celles de l'ennemi, sans qu'il puisse y avoir rien d'irrévo-

cablement prévu sur les mouvemens de celui-ci. Il y a bien toujours une certaine quantité de passages connus dans les chaînes de montagnes du deuxième degré; il y a souvent aussi dans ces montagnes, de grands bois ou des sites d'une nature très agreste ; néanmoins la configuration du terrain laisse les moyens de rendre ces montagnes praticables, dans beaucoup de parties, et l'ennemi peut quelquefois faire naître par ses mouvemens des combinaisons imprévues. Ceci peut avoir lieu particulièrement si le pays est très-peuplé ; car alors il s'est ouvert entre les différens villages beaucoup de communications, d'autant plus dangereuses pour les défenseurs, qu'elles sont moins connues, et qu'elles offrent les moyens de traverser des points sur l'âpreté desquels on a cru pouvoir se reposer.

87. Quant aux forteresses destinées à forcer l'ennemi à allonger ses lignes d'opérations, il semble qu'elles doivent être établies sur la crête de la grande chaîne; car, à l'exception de quelques interruptions momentanées, que nécessite la raison de guerre, les lignes d'opérations de l'attaquant sont toujours tracées par les débouchés existans. Or nous avons fait voir que dans les montagnes du deuxième degré, le sommet des montagnes est le point où se rapprochent les différens chemins ; il s'en suit que c'est sur le sommet des montagnes, que l'on trouvera les points dont l'occupation forcera les ennemis à allonger leur ligne d'opération, dans un plus grand nombre de plans d'attaque. D'ailleurs il y a dans les chaînes du deuxième degré des points, ce sont ordinairement des cols, où l'usage et la commodité fixent des passages de la grande chaîne quoiqu'ils ne soient pas déterminés par une nécessité absolue. Enfin c'est en établissant le plus près qu'il est possible des ennemis, des forteresses qui menaceront ses lignes d'opérations, qu'on peut le

mettre dans la nécessité de perdre son temps dans des boyaux et des parallèles au début de la campagne.

88. Voilà des bases générales établies pour l'emplacement des forteresses. Essayons d'arriver s'il est possible à des approximations plus exactes sur cet emplacement, déterminons quel doit être le degré de force de ces forteresses; enfin disons un mot des accessoires, qui joueront un rôle d'autant plus grand, dans ce système de défense, que *le rôle* des forteresses sera plus petit, parce que là où celles-ci perdent de leur valeur, la guerre de campagne et tout ce qui s'en rapproche doit nécessairement gagner en influence.

89. L'on trouverait à la vérité, sur les revers d'une chaîne de montagnes que l'on a résolu de défendre, des positions assez avantageuses en elles-mêmes pour la *construction* de différentes forteresses; mais ces forteresses ne pourraient servir qu'à mettre en sûreté des dépôts. Nous avons fait voir qu'elles ne pourraient jamais servir à fermer des passages et qu'elles ne pouvaient avoir de sphère d'activité assez étendue pour inquiéter sur une grande surface de terrain les convois de l'ennemi. Elles n'auraient pas même l'avantage de conserver des points susceptibles de devenir pivots de beaucoup d'opérations différentes. En effet, 1° de tels points ne se trouvent pas au fond des vallées. 2° Les crêtes des montagnes du deuxième degré et celles de leurs différens contre-forts étant toujours les parties *les* plus praticables, il en résulte que les directions praticables et divergentes, partant d'un point quelconque pris sur les pentes de ces montagnes, se dirigent vers les grandes vallées qui coupent ces pentes. En sorte que ces vallées ne permettront par d'exécuter facilement, sur les pentes de la grande chaîne, beaucoup de mouvemens parallèles à la

direction de celle-ci. 3° Le terrain, qui se relève toujours vers le sommet de la grande chaîne, offrira à l'ennemi, sinon des positions, du moins beaucoup de moyens de détail pour s'opposer aux mouvemens que l'on ferait vers le sommet de cette chaîne.

90. Il faut donc établir les forteresses de dépôt entièrement en deçà des montagnes, si l'on veut leur donner quelqu'autre degré d'utilité. Comme l'objet essentiel que l'on doit se proposer, dans la disposition des forteresses de dépôt, c'est de les placer de manière à ce qu'elles puissent appuyer tous les mouvemens qui s'exécuteront dans les environs des forteresses de première ligne; on ne pourra suivre les principes que nous donnons, si les différens contre-forts de la chaîne que l'on doit défendre ont plus de six à huit lieues de longueur.

91. Il faudrait alors suivre, pour ces places, les principes que nous donnerons pour le cas où la frontière coupe plusieurs grandes chaînes de montagnes venant du pays ennemi.

92. Il y a encore deux exceptions au principe de placer les places de dépôt entièrement en deçà d'une chaîne de montagnes dont la crête forme la frontière. La première, c'est celle où les contre-forts d'une chaîne du deuxième degré suivent une dégradation telle, que les escarpemens ni les vallées ne présentent plus d'obstacles aux mouvemens des troupes. La deuxième c'est celle où les montagnes se relèvent tout à coup. Mais dans le premier de ces deux cas les montagnes sont devenues un pays praticable pour tous les mouvemens de troupes; dans l'autre, au contraire, le point où le terrain se trouve le plus bas, entre la chaîne principale et les sommités qui se relèvent, doit être regardé, sinon physiquement, du moins militairement, comme l'ex-

trémité du contre-fort de la chaîne principale. Nous nous contenterons donc d'indiquer les principes sur lesquels on devrait construire dans ce dernier cas les forteresses de dépot. Nous passerons ensuite à l'hypothèse d'une deuxième chaîne de montagnes qui courrait parallèlement à la première, et nous finirons par nous occuper du cas particulier ou le terrain situé en deçà des montagnes serait entièrement propre à des mouvemens de troupes. A l'aide de ces trois hypothèses accessoires, nous pourrons développer tout ce qui reste à dire sur l'assiette des places de dépôt, dans le cas dont nous nous occupons actuellement.

93. Les positions qui doivent se trouver à l'extrémité d'un des contre-forts de la chaîne principale si le terrain se relève tout à coup, peuvent être fort utiles. Car si l'on tient la clef de ces positions par une forteresse, elles *en imposeront* beaucoup à un ennemi, éloigné de ses magasins, et qui ne voudra probablement pas allonger ses lignes d'opérations pour tourner ces positions. On serait amené par ces considérations à choisir un emplacement de forteresses qui pourrait être bon, car, en art militaire, il y a peu de régles sans exception. Cependant cet emplacement ne sera pas en général le plus avantageux, parce que les ravins descendant d'un groupe de montagnes qui se relève brusquement, à l'extrémité d'un contre-fort de la grande chaîne, resserreront le plus souvent beaucoup trop la sphère d'activité de ces forteresses.

Passons à d'autres considérations : on remarquera que les sommités qui se relèvent à l'extrémité d'un contre-fort de la grande chaîne, feront partie d'un nouveau système de montagnes plus ou moins étendu. Ces montagnes seront du deuxième ou du troisième ordre, car les points relevés ne relèvent jamais jusqu'à la hauteur des chaînes du premier

degré. De plus ce nouveau système de montagnes aura nécessairement quelque ramification parallèle à la frontière. Si l'on occupe la crête de cette dernière ramification par une ou plusieurs forteresse, liées par des postes de communication (1), l'ennemi ne pourra se dispenser de faire un siége au débouché des montagnes. Si l'on a construit une forteresse qui assure la possession du point d'où partent les différentes ramifications du nouveau système de montagnes, cette forteresse pourra devenir le pivot de plusieurs manœuvres dirigées contre les flancs de l'ennemi. Celui-ci se trouvera donc encore dans la nécessité d'en faire le siége, au débouché des montagnes, quoique fort éloigné de ses magasins.

94. S'il y avait, en arrière de la chaîne de montages qui forme la frontière, une deuxième chaîne parallèle à la première et dont les crêtes ne fussent pas très-éloignées; l'on pourra suivre, pour l'emplacement des forteresses, les règles que nous venons d'indiquer pour le cas des sommités qui se relèvent brusquement à l'extrémité de quelque contre-fort.

95. Si les crêtes de la deuxième chaîne de montagnes étaient trop éloignées de la première pour que l'on put suivre ces principes, et que le terrain qui sépare les deux chaînes fût trop coupé pour se prêter à des mouvemens de troupes, l'on ne pourrait point encore construire de forteresses ayant une grande sphère d'activité. On ne pourrait pas même, à cause de l'éloignement des crêtes, occuper par les

(1) Les raisons qui resserrent les sphères d'activité des places construites sur le sommet de la grande chaîne, s'affaibliraient dans cette circonstance; car un contre-fort de montagnes ne peut jamais offrir autant de points relevés, que la chaîne principale à laquelle s'attachent toutes les chaînes secondaires; d'ailleurs l'ennemi éloigné de ses magasins, avec lesquels il faudrait assurer ses communications, aurait moins de monde à disperser et à employer pour resserrer les forteresses.

forteresses quelques-unes de ces positions d'où l'on peut se porter, suivant les circonstances, vers beaucoup de points différens; mais l'on serait bien dédommagé de ces deux inconvéniens, parce que l'on aurait pour défense, en arrière des montagnes frontières, une réserve encaissée, ou du moins un ravin considérable dont il s'agira alors de défendre les passages. En effet l'idée de deux chaînes de montagnes parallèles entraîne celle d'une vallée intermédiaire ; or, si les masses d'eau se sont réunies, en assez grande quantité pour détruire la possibilité de faire marcher facilement des troupes dans ces différentes directions, sans qu'il y ait cependant une assez grande quantité d'eau pour bien couvrir de larges vallées, le cours des rivières est plus ou moins encaissé. Les points de passages des rivières, qui deviennent de grands ravins, si les courans d'eau diminuent considérablement pendant l'été, sont alors peu nombreux et bien déterminés.

96. Ces points n'existent dans l'hypothèse que nous examinons, guère que vers les débouchés de la chaîne de montagnes située sur la frontière; encore faut-il qu'ils répondent à des points accessibles de l'autre côté de la rivière. Ce sera vis-à-vis de ces points déterminés que l'on fera des dispositions de défense, soit par des places, soit par des postes, ou seulement par des positions d'observation. Le choix de ces moyens dépendra des circonstances. Il sera souvent suffisamment pourvu à l'opposition du passage, par de simples batteries adossées contre les pentes de la montagne. Mais, en général, ces moyens seront combinés de manière à ce que les postes, ou positions de moindre étendue aient toujours une correspondance établie avec une place centrale.

97. L'emplacement des forteresses sera déterminé par les principes que nous donnerons pour les défenses flu-

viales ; mais, à moins d'une impossibilité réelle, il vaudra mieux suivre pour cet emplacement, les principes relatifs aux circonstances où l'on tient les deux côtés de la rivière, que ceux qui s'appliquent au cas où l'on ne peut faire de dispositions que d'un seul côté.

98. Si la rivière offre, pendant une partie de son cours, des escarpemens qui rendent absolument impossible de la traverser, il sera utile de construire les forteresses au commencement ou à la fin de la partie du cours de la rivière qui sera impraticable. D'abord l'ennemi étant ainsi réduit à manœuvrer d'un seul côté d'une forteresse, pour effectuer son investissement, on aura plus de moyens de lui résister : ensuite, après l'investissement, on sera toujours assuré de trouver moins de résistance, si l'on attaque la partie des dispositions de l'ennemi dont les troupes auraient pour direction naturelle de retraite le terrain impraticable.

99. Le nombre des forteresses sera bien moins déterminé par celui des lignes d'opération que pourrait adopter l'ennemi, que par la combinaison des sites avantageux dont nous venons de parler avec les directions dont on pourrait se servir, soit pour exécuter des mouvemens contre offensifs, soit pour agir contre les lignes d'opérations de l'ennemi s'il s'engageait dans le pays.

100. Enfin si le pays, situé en arrière de la chaîne de montagnes qui forme la frontière, est plus ou moins propre à des mouvemens de troupes, le choix des emplacemens convenables pour des forteresses se fera suivant les principes que nous avons déjà indiqués en partie, et que nous continuerons d'indiquer plus bas ; principes qui règlent l'emplacement des forteresses, dans les autres pays que dans les pays de montagnes. Mais ce sera en établissant ces forteresses de manière à ce que leurs sphères d'activité soient en

contact, que l'on obligera les ennemis de faire des siéges. Ce qui donnera le temps de rassembler une nouvelle armée, si les ennemis débouchent des montagnes après avoir entièrement défait les troupes.

101. Si l'un des principaux débouchés, qui traversent les montagnes, se dirige entre deux montagnes escarpées (1), immédiatement avant d'entrer dans un pays plus ouvert, il sera utile de construire la forteresse, dans *la* sphère d'activité de laquelle doit passer ce débouché, en face du débouché lui-même et de manière à le battre. Par ce moyen l'ennemi sera obligé de se rejetter plus à droite ou plus à gauche, pour déboucher dans le pays ouvert. Mais tous les allongemens ou changemens de direction sont difficiles et quelquefois dangereux, même pour une *grande* armée qui se trouve éloignée de ses magasins. Alors un corps de troupes, même inférieur en nombre, s'il se trouve près de ses magasins, sera en mesure de profiter de toutes les fautes que commettra son adversaire.

102. Voyons actuellement s'il est possible de déterminer, avec plus de précision que nous ne l'avons fait, quelle doit être la position des forteresses qui auraient pour objet d'obliger l'ennemi à allonger ses lignes d'opérations. Ce que nous avons dit (86) a dû faire voir que ces forteresses, dans le cas dont nous parlons actuellement, devaient être construites aux environs des points d'intersection de la grande chaîne avec les lignes d'opération de l'ennemi. Comme les *débouchés* qui marquent ces lignes d'opération, traversent d'or-

(1) Les débouchés qui traversent les montagnes du deuxième degré, suivent ordinairement la direction des vallées, sinon par nécessité, du moins par le fait. C'est peut-être parce qu'il a été plus commode d'y ouvrir des chemins, ou bien parce que les eaux y ont attiré la population, qui a bientôt elle-même amené l'élargissement des communinications d'abord simplement vicinales.

dinaire les montagnes dans des cols, ainsi qu'on l'a dit plus haut, il semble que les forteresses doivent être établies sur les hauteurs entre lesquelles passent ces cols. On choisira de préférence les points de ces hauteurs d'où partent les contre-forts de la chaîne principale (1) qui se prolongent le plus avant dans le pays ennemi, parallèlement aux grands débouchés de celui-ci. En voici la raison : les crêtes des contreforts et des chaînes de montagnes du deuxième degré, sont toujours les directions les plus praticables qu'offrent, sans préparation, ces espèces de montagnes. Ce sont donc les directions les plus favorables pour un mouvement imprévu, tel que celui que l'on exécute contre les lignes d'opération de l'ennemi ; ces directions sont d'ailleurs couvertes par les vallées et ravins entre lesquels elles se dirigent. Plus la direction par laquelle on peut agir contre les lignes d'opération de l'ennemi est longue, et plus cette manœuvre peut être dangereuse pour l'ennemi. Si, par l'effet de circonstances particulières, les vallées offrent, pour un mouvement imprévu, des directions plus commodes ou plus avantageuses que celles des contreforts de la grande chaîne, on sera bientôt maître des débouchés des vallées si l'on tient ceux des hauteurs.

Les principes que nous venons d'établir, pour le choix de l'emplacement des forteresses qui doivent obliger l'ennemi à allonger ses lignes d'opérations, ou à commencer ses opérations par un siége, paraissent d'autant plus vrais, que les mêmes motifs doivent avoir déterminé deux états séparés par une chaîne de montagnes à établir leurs places de dépôts en deçà des montagnes. L'ennemi sera donc obligé, quand il voudra rendre les crêtes de la grande chaîne théâtre de ses opérations offensives, de faire venir

(1) Ces contre-forts ne manqueront jamais auprès d'un col ; car les points relevés marquent, dans toutes les chaînes de montagnes, de nouveaux embranchemens.

ses subsistances de ses dépôts, par les grands débouchés du pays. Mais ceux-ci suivent d'ordinaire, comme on l'a dit plus haut, la direction des grandes vallées; il est certain d'ailleurs que celle de ces grandes vallées que suit un débouché, sera commandée, sinon en entier, du moins en quelque point, par un contre-fort de la grande chaîne partant de ce point et se dirigeant parallèlement au débouché dont nous parlons.

103. Les forteresses de deuxième ligne, ayant pour objet d'obliger l'ennemi à allonger ses lignes d'opération, doivent avoir un degré de force qui les mette en état de résister, depuis l'instant où elles seront abandonnées à elles-mêmes, jusqu'à l'instant où elles seront secourues. Ce degré de force doit être assez grand; car ces forteresses seront assez éloignées des dépôts, pour que le succès des mouvemens que l'on employera pour les secourir soit assez long à décider.

104. Quant aux autres forteresses, observons que quelles que soient les chicanes que l'on pourra employer, sur les revers de la grande chaîne de la frontière, on sera soumis à la chance de voir assiéger les forteresses de dépôt dès que l'on aura été obligé d'abandonner entièrement le sommet de la grande chaîne. La force de ces forteresses de dépôt doit donc être calculée de manière à ce que le temps qu'elles pourront résister, ajouté au temps que l'ennemi emploiera pour les investir (1), surpasse de beaucoup le temps qu'il faudra pour réunir une nouvelle armée dans les *positions* de rassemblement que l'on aura reconnues en arrière des places de dépôt.

105. Les nouvelles armées que l'on rassemblera dans ces dernières positions auront besoin d'être alimentées; mais il

(1) Nous avons cité plus haut des circonstances locales à l'appui desquelles un petit corps, ou même les débris d'une armée battue, pourront retarder beaucoup ces investissemens.

suffira d'établir leurs dépôts dans des places mises en sûreté, contre des courses de l'ennemi, au moyen d'une simple enceinte. La défense des nouveaux dépôts, formés en arrière des places de dépôt, est presqu'un accessoire du système que nous avons développé jusqu'ici, puisque cet objet peut être rempli par des places du moment. Achevons donc de développer les accessoires du système dont nous parlons.

106. Nous avons dit plus haut que les chaînes de montagnes du deuxième degré sont praticables dans beaucoup de directions. Mais il y a beaucoup de circonstances dans lesquelles les obstacles intermédiaires ne sont pas impénétrables, et où il faudrait beaucoup de travail, soit à raison des bois, soit à raison des rochers et des escarpemens, pour ouvrir à de fortes colonnes de troupes et d'artillerie d'autres débouchés que ceux qu'ont ouvert les relations ordinaires commerciales ou agricoles. Dans ce cas il est clair que si l'on parvient à fermer ces derniers débouchés, par des ouvrages de fortification construits de manière à les mettre en sûreté contre un coup de main, et à nécessiter une attaque en règle, on aura beaucoup augmenté les moyens de défense du pays. L'ennemi ne pourra arriver alors à des avantages réels, qu'après avoir employé plusieurs jours à se frayer de nouveaux débouchés, ou bien à s'ouvrir les anciens, par le siége des postes fortifiés qui les ferment. Les forces mobiles pourront donc s'éloigner des parties de la frontière ainsi défendues, pour rentrer dans l'intérieur du pays, ou pour s'étendre sur d'autres parties de la frontière; il suffira qu'elles puissent revenir auprès des forts destinés à fermer les passages, dans un espace de temps moins considérable que celui qui sera nécessaire à l'ennemi pour s'emparer de ces forts, ou pour surmonter les obstacles qu'il aura à vaincre pour s'ouvrir de nouveaux passages.

Si l'ennemi veut attaquer en règle quelqu'un des postes fortifiés qui ferment les passages ; il s'engagera par là à assiéger toute une armée dans un seul point. S'il veut s'ouvrir de nouveaux passages, on lui disputera le terrain pied à pied. Dans l'un ou l'autre cas, on pourra profiter de la lenteur obligée de ses mouvemens, pour lui porter d'un autre côté des coups décisifs. Si l'ennemi veut diriger uniquement les attaques sur d'autres points de la frontière ; on pourra dégarnir momentanément, comme on vient de le dire tout à l'heure, les points sur lesquels on sait que des fortifications, combinées avec les obstacles du terrain, ne permettent pas à l'ennemi d'avancer rapidement ; puis l'on portera toutes ses forces sur les points menacés. Il est probale, surtout en supposant que l'ennemi ait la supériorité du nombre, que ses troupes menaceront en même temps et les points fortifiés et les points plus faibles, en attendant pour attaquer ceux-ci que la préparation de quelques débouchés leur ait donné les moyens de mener les deux attaques de front. Dans ce cas, l'on dégarnira momentanément les points les plus forts pour aller se débarrasser des inquiétudes que l'on a sur d'autres points, soit par des manœuvres, soit par des contre-attaques exécutées avec la force et la rapidité qui résulteront de la concentration de beaucoup de troupes sur un même point. Cette combinaison des fortifications avec les obstacles du terrain pourra remplir ainsi, dans la stratégie, le même objet que remplissent, dans la tactique, les postes destinés à couvrir une partie *refusée de* l'ordre de bataille, ou à occuper la distance de l'ennemi à laquelle on tient cette partie refusée. L'on remarquera seulement deux différences: 1° Il ne sera plus question de manœuvres de quelques heures, mais de manœuvres de quelques jours. 2° Quand bien même les résultats d'un mouvement, préparé longtemps d'avance, seraient aussi incertains que

ceux d'un mouvement de circonstance, l'on aurait toujours obtenu l'avantage de gagner beaucoup de temps.

107. Ce que nous avons dit indique suffisamment quel doit être le degré de force et la position des forts dont on se servira pour lier ensemble différens obstacles du terrain, et pour faire, de leur union avec des fortifications, une ligne de difficultés telle qu'il soit nécessaire d'employer plusieurs jours à la percer.

108. Observons cependant que tous les avantages que l'on peut tirer d'une telle disposition, préparée avec art dans différens points, tomberont entièrement si la chaîne de montagnes offre des points où cette disposition soit impraticable, ou même des points où cette disposition ne puisse pas rallentir assez longtemps les mouvemens de l'ennemi. Celui-ci pourrait alors séparer les forces mobiles des défenseurs, des points les plus forts des montagnes, après avoir, par ses mouvemens, déterminé ces forces mobiles à venir se porter dans les parties faibles. Il faudra donc qu'il y ait des postes de communications fortifiés, dans les parties des montagnes où l'on n'aura pas pu établir le mélange d'obstacles et de fortifications dont nous venons de parler. Il faudra aussi des postes de communications fortifiés, dans les positions que l'ennemi pourrait prendre pour couper les communications entre les différentes parties de la chaîne de montagnes ; ces postes devront être situés de manière à empêcher l'ennemi de prendre, sans se soumettre à leur feu, les positions dont il pourrait se servir pour couper les mouvemens parallèles à la frontière.

109. Les postes de communication dont nous parlons se trouveront d'ordinaire sur des points relevés de la chaîne. C'est en effet de ceux-ci que partent toujours de nouvelles ramifications de montagnes; par conséquent c'est près de ces

points que commenceront de nouveaux ravins, qui, étant perpendiculaires à la direction de la grande chaîne, peuvent offrir des positions très-avantageuses pour couper les communications entre les différentes parties de cette grande chaîne.

110. Ces mêmes postes devront avoir un degré de force au moins égal à ceux des points de la chaîne rendus les plus forts, par la combinaison des fortifications avec les obstacles naturels. Cette raison pourra quelquefois déterminer à faire de ces postes de communications des places en règle; d'autant plus que l'on peut remarquer une grande analogie entre les points dont nous parlons, et ceux que nous avons proposé pour l'assiette des forteresses ayant pour objet d'obliger les ennemis à allonger leurs lignes d'opérations.

Outre ces différents postes fortifiés destinés à lier ensemble les obstacles naturels du terrain, ou à établir des communications entre des forteresses principales, il sera quelquefois nécessaire d'avoir d'autres postes de communication qui facilitent les retours vers les postes fortifiés de la frontière. Cela arrivera toutes les fois qu'il y aura, entre les places de dépôt et les postes de la frontière, des postes dont l'ennemi pourra se servir pour fermer absolument toutes les directions de retour, ou même pour fermer une direction de retour extrêmement avantageuse. L'assiette de ces postes de communication sera assujetti aux principes (108); leur degré de force devra être tel, qu'ils puissent résister depuis l'instant où on les abandonnera à eux-mêmes, pour rassembler de nouveaux corps auprès des places de dépôt, jusqu'à celui où ces corps viendront au secours des forteresses de première ligne.

Des circonstances où la frontière se trouve au-delà de la crête de la chaîne de montagnes.

111. Lorsque la frontière se trouve au-delà de la crête d'une chaîne de montagnes, qui lui est parallèle, il peut se présenter deux hypothèses différentes. Ou bien la frontière comprend toutes les pentes qui descendent de la chaîne des montagnes; ou bien elle longe ces pentes ainsi que les courans d'eau qui en proviennent.

112. Le premier cas, celui où la frontière renferme toutes les pentes de la chaîne de montagnes qui lui est parallèle, entraîne l'idée d'une rivière formant la frontière. Car les pentes d'une grande chaîne de montagnes, ne se terminent que là où les eaux qui en descendent se réunissent entre elles, ou avec d'autres, pour former une rivière. Il faudra donc établir la défense immédiate de la frontière et déterminer le degré de force qu'il convient de donner aux forteresses, d'après les principes qui seront exposés pour la défense des frontières fluviales.

113. Il faudra de plus une deuxième ligne de forteresses; 1° pour fermer aux ennemis des terrains spacieux qui n'offriraient pas de position; 2° pour masquer des passages sur lesquels l'ennemi pourrait prévenir les troupes dispersées le long de la frontière, après avoir forcé rapidement le passage de celle-ci : on empêchera ainsi, qu'il ne puisse se servir de prime-abord de ces passages, pour couvrir les siéges des places de première ligne; 3° pour mettre en sûreté les dépôts qui alimenteront l'armée d'observation, lorsque celle-ci opérera contre l'ennemi qui aura entrepris le siége de quelques forteresses de première ligne; 4° pour obliger l'ennemi de conquérir un plus grand nombre de places de la frontière, avant de penser à l'attaque des montagnes; car plus longue est la résistance que peuvent faire par eux-mêmes certains points

d'un développement de montagnes, plus il faut que les attaquans menacent de points; afin d'obliger les défenseurs à étendre leurs forces mobiles, ce qui permet d'attaquer ensuite avec avantage quelqu'un de ces points. Or les attaquans ne peuvent menacer un plus grand nombre de points, situés dans l'intérieur du pays, qu'autant qu'ils ont ouvert dans la frontière une plus large trouée.

114. Vient après cela la question de savoir si les forteresses de la deuxième ligne doivent être construites *sur la* crête de la chaîne principale, ou bien sur la crète des contre-forts qui en descendent. Nous ne parlerons point de les construire dans des vallées, quand bien même cette position donnerait aux forteresses la faculté de masquer des débouchés ; car cet objet ne serait rempli que très momentanément, vu la possibilité qu'il y a d'ouvrir d'autres débouchés que ceux déjà fréquentés dans les chaînes de montagnes du deuxième degré. D'un autre côté la sphère d'activité des forteresses, construites dans des vallées, serait infiniment plus resserrée que celle de toutes les autres.

115. Il est certain que si l'ennemi vient à se mettre en mesure d'assiéger les places de deuxième ligne, extrémité qu'il faut toujours prévoir, les positions de l'armée d'opération se trouveront sur le sommet de la grande chaîne. Cette direction étant la moins coupée de toutes celles que peut offrir le pays, sera celle dont l'armée défensive pourra se servir, avec le plus d'avantage, pour changer suivant les circonstances de théâtre de ses opérations.

116. Cette raison doit déterminer à renoncer absolument à établir les forteresses de deuxième ligne, sur la partie base des contre-forts qui descendent de la grande chaîne. D'ailleurs, quelque soit la régularité avec laquelle se dégrade successivement une chaîne de montagnes, on y retrouve

presque toujours quelques points qui se relèvent. Si l'ennemi occupait de tels points, qui fussent intermédiaires entre les crêtes de la grande chaîne et une forteresse qu'il voudrait assiéger, il pourrait rendre bien difficile à l'armée d'observation les moyens de secourir cette forteresse ; particulièrement dans le cas où cette armée aurait été appelée à manœuvrer sur des parties de la grande chaîne, situées à quelque distance du nouveau théâtre des opérations.

Mais en supposant même que la dégradation des différentes parties d'un contre-fort de la grande chaîne fùt bien régulière; il serait toujours plus facile de se porter vers ses différentes parties, en partant de sa racine, qu'il ne le serait de suivre, dans la partie basse de ce contre-fort, une direction parallèle à celle de la grande chaîne et traversant toute la largeur du contre-fort. Car il est à remarquer que les ravins, qui sont moins rapprochés dans les pentes d'une montagne qu'ils ne le sont à son sommet, se trouvent aussi en plus grande quantité sur ces pentes, à cause de l'étendue du terrain qu'elles embrassent. En sorte que dans un terrain, où la dégradation des montagnes approche de la régularité; les sphères d'activité de forteresse, placées à la racine de différens contre-forts, sont plus étendues que celles des forteresses placées dans les parties basses de ces mêmes contre-forts.

Il nous reste à examiner si les forteresses de deuxième ligne doivent être placées sur la crête, ou bien sur les parties hautes des différens contre-forts de la grande chaîne.

117. Nous avons développé (105) quel était le système le plus avantageux que l'on put suivre, avec des fortifications établies sur la crête de la grande chaîne. Son résultat serait à toute analyse, si l'on subtituait des forteresses aux forts déstinés à fermer des passages, de gagner, sans hasarder

de combats décisifs, le temps qui serait nécessaire à l'ennemi pour ouvrir de nouveaux débouchés au milieu de cette guerre de chicane.

118. Mais il semble qu'il y a beaucoup de circonstances où il sera possible de gagner une espace de temps plus considérable, celui qu'exige un siége. En effet si l'on construit des forteresses dans la partie haute des contre-forts de la grande chaîne, de manière à s'assurer, par elles, de la première disposition dont l'ennemi pourrait se servir pour couper la communication des parties basses de ces contre-forts avec la crête de la chaîne principale. Ces forteresses, ainsi placées, auront des sphères d'activité qui s'étendront entre les deux vallées situées sur les deux côtés du contre-fort sur lequel elles seront construites. Ces sphères d'activité ne seront ordinairement restreintes que par la force de leur garnison; en supposant, toutefois, que l'on ait occupé par de telles forteresses, la racine de ceux des contre-forts qui se prolongent assez loin, et de manière que leur crête offre une direction avantageuse pour arriver de la frontière au sommet de la grande chaîne, en laissant à gauche et à droite des vallées qui en descendent.

L'ennemi sera obligé d'assiéger au moins l'une de ces forteresses, pour assurer sa ligne d'opérations contre les attaques qui pourraient être faites par leurs garnisons et contre le danger que cette ligne d'opérations pourrait courir, dans le cas où l'armée d'observation rendant l'une des forteresses pivot de ses mouvemens, s'en servirait pour appuyer des manœuvres vigoureuses contre ces communications. Cependant l'ennemi voyant combien de telles forteresses sont difficiles à prendre tant qu'une armée d'observation tiendra la campagne, puisqu'il ne pourra pas alors trouver de position qui coupe avec avantage les com-

munications des forteresses avec la grande chaîne, tentera de forcer par ses attaques l'armée d'observation à abandonner les crêtes de cette chaîne. Il pourra ensuite assiéger tranquillement une des forteresses, en se servant des revers de la grande chaîne pour couvrir cette opération. Mais s'il résulte de là que les forteresses ne donnent pas, à l'armée d'observation, le temps d'attendre tranquillement dans ses positions qu'il lui arrive des renforts, n'offriront-elles pas d'autres combinaisons avantageuses pour les opérations de la guerre de campagne? L'ennemi, s'il projette une attaque, ne sera-t-il pas obligé de s'affaiblir beaucoup, pour laisser en face des forteresses des corps de troupes destinés à observer leurs garnisons, et à empêcher qu'elles ne viennent l'inquiéter lui-même pendant ses attaques? Pourra-t-il attaquer inopinément l'armée d'observation, lorsque celle-ci pourra être instruite de tous ses mouvemens par ses vedettes fortifiées? Ne perdra-t-il pas un peu de sa hardiesse, et n'hésitera-t-il pas à hasarder le sort d'une bataille, quand il pensera qu'en s'avançant pour la livrer, il laisse sur son flanc ou ses derrières les garnisons des forteresses qui pourront, en cas d'échec lui porter des coups décisifs, à raison de la facilité qu'elles ont pour marcher vers les différens points importans des contre-forts sur lesquels elles sont construites. Si l'ennemi veut enfin hasarder le sort d'une bataille, la position des forteresses l'obligera à suivre les gorges et les terrains les moins avantageux. D'ailleurs des forteresses établies comme nous le proposons, pourront toujours très-bien entrer dans un système de défense tel que celui qu'on a indiqué (105). On aura tout au plus à fermer, soit par des places du moment, soit par des forts susceptibles de résister quelques jours, les passages importans que les grandes forteresses ne fermeraient pas à l'ennemi.

rentes parties. C'est à l'aide de ce moyen, qu'avec une armée inférieure en nombre, on peut profiter du retard que la nature du pays, ou bien le site de quelques forteresses, apportent à tous les mouvemens que l'ennemi veut exécuter parallèlement à la frontière. On évite ainsi d'être prévenu par l'ennemi sur les points qu'il menace successivement; et si ses attaques embrassent beaucoup de points, il est possible de revenir rapidement sur un point attaqué, après s'être débarrassé des attaques que l'ennemi a cherché à exécuter sur d'autres points. Il pourra donc être nécessaire d'établir sur les crêtes de la grande chaîne, des postes fortifiés de communication, de l'espèce de ceux dont il est parlé (108). Mais il sera nécessaire que ceux-ci puissent résister autant de temps que les autres forteresses de deuxième ligne; sans cela l'ennemi pourrait, en s'emparant momentanément de la grande chaîne, détruire la liaison que l'on avait voulu établir, entre les différentes parties de cette chaîne, pour le cas d'un retour offensif.

124. Tout ce que nous venons de dire indique suffisamment que si la frontière coupait les pentes de la grande chaîne et les courans d'eau qui en descendent, il serait nécessaire de supprimer la première ligne de forteresses. Les moyens que nous avons indiqués, pour défendre la crête de la grande chaîne et la racine des différens contre-forts, conserveraient toute leur force. Mais pour que, dans cette hypothèse, la défense de la frontière fût aussi bien assurée que dans le cas précédent, il faudrait déterminer la situation et la force des places de dépot, destinées à alimenter l'armée d'observation pendant ses opérations sur la chaîne de montagnes, d'après les principes indiqués (89—101).

NOTICE

SUR

L'EMPLOI DE L'ARTILLERIE

DANS

L'ATTAQUE ET LA DÉFENSE DES RETRANCHEMENS.

Rien n'est variable comme les événemens de la guerre. Les moyens qui dans certaines circonstances ont conduit à la victoire, auraient fort bien pu dans telle autre amener une défaite. L'art de la guerre nous semble donc se refuser aux règles générales. Sans doute l'on peut et l'on doit connaître les armes et les troupes en usage, les effets qu'elles produisent, les ressources de la fortification, ses avantages et ses inconvéniens, etc. Cependant la plus importante des qualités de l'homme de guerre, *le coup-d'œil militaire* qui fait apprécier rapidement le fort et le faible d'une position, et inspire toujours, pour la défense comme pour l'attaque, les combinaisons les plus avantageuses, paraît être un don naturel dont la science peut augmenter la valeur, mais auquel elle ne peut suppléer.

Néanmoins, pour tirer tout le parti possible des élémens qui peuvent contribuer au succès des opérations de guerre, il est nécessaire d'en connaître le fort et le faible. L'emploi judicieux des ouvrages de fortification passagère est, sans contredit, dans les opérations défensives, le prin-

cipal moyen pour obtenir d'heureux résultats. Nous croyons donc qu'il peut être utile de dire un mot sur les retranchemens de campagne, et sur le rôle particulier qui est dévolu à l'artillerie dans l'attaque et la défense de ces retranchemens.

Les retranchemens de campagne sont de deux espèces : ils peuvent être composés d'ouvrages isolés, ou d'ouvrages liés ensemble de manière à se protéger mutuellement. Les premiers s'emploient pour fortifier une position importante, un passage, un défilé, une tête de pont, etc. ; pour entretenir et favoriser les communications de l'armée sur ses derrières; pour renfermer et mettre à l'abri les divers approvisionnemens de guerre ; ou bien enfin pour couvrir un corps de troupes séparé, volontairement ou de force, *du gros de* l'armée. Dans tous les cas, le but de la fortification de campagne est de varier les formes et les propriétés d'un terrain donné, de manière à mettre un corps de troupes en état de se bien défendre contre un ennemi même supérieur en forces. Nous ne nous occuperons ici que des retranchemens élevés à la hâte pour couvrir et protéger deux armées en présence, et sur le point de se livrer bataille.

L'origine des retranchemens remonte, pour ainsi dire, aux premières guerres ; leur usage a même été beaucoup plus multiplié chez les peuples anciens que chez les nations modernes. Les Romains, particulièrement, se servaient habituellement de ce moyen pour ajouter aux avantages, ou suppléer aux inconvéniens d'une position ; ils n'asseyaient jamais leur champ, fut-ce même pour un temps très court, sans prendre la peine de le fortifier. Aussi a-t-on dit, avec quelque raison, que c'est en remuant de la terre qu'ils ont conquis le monde. La forme des retranchemens, la manière de les attaquer ou de les défendre, ont dû être toujours en rapport

avec la tactique des armées et la nature des armes offensives et défensives. Depuis la découverte et l'emploi des armes à feu, les retranchemens ont dû subir des changemens essentiels, la tactique moderne, en déconsidérant ces sortes de travaux, en a diminué de plus en plus l'usage, principalement dans les armées françaises. Les savantes campagnes de Turenne sont à-peu-près les dernières, où l'on ait fait une application journalière et importante de la méthode des retranchemens.

La brillante valeur et l'éclat extraordinaire des troupes françaises, pendant les guerres de la révolution, ont contribué puissamment à jeter de la défaveur sur les retranchemens de campagne. Les soldats français enlevaient ceux de l'ennemi avec tant d'intrépidité, qu'ils n'avaient pas le loisir d'en construire eux-mêmes. Aussi étaient-ils devenus insoucians et étrangers à l'usage de ces moyens accessoires. La plupart des batailles de nos jours ont été livrées et gagnées par les armées françaises, sans aucun remuement de terre. L'accroissement prodigieux de la force numérique des armées, a également contribué à faire oublier l'emploi des retranchemens. On a cru que des masses d'hommes aussi considérables pouvaient suppléer à tout. Mais parce que ce système a été couronné quelquefois d'un brillant succès, doit-on en conclure qu'il faut renoncer entièrement à la méthode des retranchemens, qui paraît un surcroit inutile de fatigues et qui tend à altérer le courage des troupes (1)?

Non, sans doute; si cette méthode peut donner lieu à plu-

(1) L'avantage physique et moral est presque toujours pour l'attaquant; car l'attaque suppose dans celui qui l'entreprend une supériorité, soit en force, soit en courage, qui lui donne l'espoir de vaincre, et lui fait précipiter les actions. L'attaqué, au contraire, suppose volontiers son ennemi plus fort qu'il n'est, et n'a pas comme lui, le plus souvent, les moyens de retraite ou de renfort.

sieurs objections, il y a d'un autre côté beaucoup de raisons à alléguer en sa faveur. Il est possible qu'un général habile, possédant à fond l'art de la guerre, puisse se jouer quelquefois de ces importans travaux, en promenant son adversaire de position en position, sans lui donner le temps de se fixer à aucune, et en saisissant l'occasion favorable pour l'attaquer et l'écraser dans un de ses mouvèmens. De pareils hommes sont à eux seuls une bonne fortune, mais sur laquelle on ne peut pas toujours compter. Nous pensons donc qu'il est convenable et avantageux de diriger l'éducation militaire vers l'étude et l'emploi de ces nobles travaux dont le moindre fruit est d'entretenir l'activité du soldat, de fortifier son tempérament en même temps que le terrain, et de chasser des camps l'oisiveté et la mollesse. D'ailleurs, on doit espérer que les guerres à venir ne seront plus des levées en masse de toutes les nations contre une seule. Alors les talens et la bravoure décideront du succès, et l'on ne verra plus de ces honteuses victoires arrachées, avec tant de peine, par dix combattans contre un seul.

Si la tactique moderne a fait négliger, en général, aux armées françaises l'usage des retranchemens, il est cependant des pays où elles ont été dans le cas de faire une fréquente application de la fortification passagère. La guerre d'Espagne leur en a fourni l'occasion et leur en a fait sentir la nécessité. Dans ce pays, où la guerre était devenue éminemment nationale, l'on était toujours environné d'ennemis, même lorsqu'on n'avait pas de troupes devant soi. On se trouva donc forcé de se tenir constamment sur ses gardes, et de se ménager des réduits fortifiés, dans les villages et dans les villes situées sur les lignes d'opérations de l'armée. Ces petits forts élevés à la hâte, et construits presque toujours en terre seulement, ont été d'une grande utilité, et ont prouvé plu-

sieurs fois que les soldats français ne perdent rien de leur courage et de leur intelligence, dans la défense des postes retranchés. La campagne du corps d'armée de Catalogne et de Valence, a porté au plus haut degré la gloire des armées françaises dans l'attaque des places fortes, qu'ils ont su conquérir malgré l'héroïque résistance des Espagnols. Cette expérience de la guerre d'Espagne avait sans doute éveillé l'attention du gouvernement sur les services que peut rendre une application bien entendue de la fortification passagère; car on a vu dans les campagnes de 1812 et 1813, en Russie et en Saxe, quelques exemples où elle a été employée avec succès. Nous nous bornerons à citer la bataille de la Moskowa, et la défense de Dresde, la veille de la bataille de la Wesseritz.

On connaît les différens ouvrages de campagne qui peuvent entrer dans la composition d'un retranchement. Ce sont le plus souvent, des redans, des lunettes, des redoutes, des queues d'hironde, des forts étoilés, des fronts bastionnés, etc. Nous nous abstiendrons de discuter les combinaisons très-variées et plus ou moins avantageuses que l'on peut faire de ces divers ouvrages; chaque officier a pour ainsi dire, à cet égard, un système de prédilection. D'ailleurs ce n'est que d'après l'inspection des localités que l'on peut juger en définitif de ce qu'il convient d'employer, et des modifications exigées par les sinuosités et mouvemens du terrain.

Avant la révolution, on avait pour habitude de faire des retranchemens continus que l'on appelait lignes; mais il est facile de prouver que les retranchemens à intervalles, tels qu'ils sont usités de nos jours, sont bien préférables. En effet, indépendamment du surcroît de travaux qu'occasionent les lignes continues, elles ont le grand inconvénient de permettre à l'ennemi d'exécuter impunément toutes les manœu-

vres qui lui conviennent, sans que l'on puisse l'en châtier. Avec des retranchemens à intervalles, il ne se hasarde pas facilement, à cause des fréquentes sorties que peuvent faire, sans nulle difficulté, les défenseurs des retranchemens. Si une attaque sur les lignes vient à manquer, l'ennemi peut se retirer sans rien craindre, et revenir à la charge quand il le désire ; tandis qu'avec des intervalles, on peut profiter de la déroute de l'ennemi, pour le poursuivre et remporter une vistoire décisive, etc.

Parmi les systèmes modernes, celui proposé par M. le général Rognat nous paraît réunir, sinon tous les avantages désirables, du moins un très-grand nombre; nous le prendrons donc pour base dans l'indication du rôle que doit jouer l'artillerie dans l'attaque et la défense. Pour nous rendre intelligibles, nous nous voyons obligés de donner ici une description abrégée de ce système, dans la supposition où quelques-uns de nos lecteurs n'en auraient pas pris connaissance dans l'ouvrage de l'auteur qui a pour titre : *Considérations sur l'art de la guerre.*

M. le général Rognat part de ce principe : que les retranchemens de campagne, pour être véritablement utiles, doivent, étant commencés le soir, pouvoir être terminés dans la nuit. Peu importe qu'ils ne soient point à l'épreuve du boulet ; l'essentiel est qu'ils mettent à l'abri de la mitraille, des balles, du sabre et de la bayonnette. Il couvre toute l'étendue du front de redoutes bastionnées, espacées de 120 toises (240 mètres) de saillant en saillant; en sorte qu'un front de 1000 toises (1,950 mètres), nécessaire pour le camp d'un corps d'armée de 30,000 hommes, exige huit à neuf redoutes. Ces ouvrages se flanquent entr'eux, à bonne portée de mousqueterie, et sont séparés par des intervalles de 60 toises ...ètres). Ces intervalles sont occupés par une tranchée

avec banquette. Ce parapet s'étend, depuis les extrémités des flancs des redoutes jusqu'au point d'intersection des lignes de défense, en forme de courtine brisée; l'on observe de laisser, entre ces tranchées et les flancs, des passages de 5 toises (10 mètres), consacrés aux sorties de l'artillerie et de la cavalerie ; l'infanterie peut passer par dessus le parapet de la tranchée. Enfin pour renforcer les flancs de la position qui sont toujours les parties faibles, on y élève deux autres redoutes. Tels sont les retranchemens proposés par M. le général Rognat, non comme règle générale, mais comme idée première qui demande à être modifiée suivant les localités pour pouvoir s'adopter au terrain.

Quant à ce qui concerne la défense des retranchemens, sous le rapport de l'artillerie, M. le général Rognat s'écarte entièrement de l'usage généralement suivi. L'on a l'habitude, au moins en France, de placer de l'artillerie dans les ouvrages fermés faisant partie des retranchemens de campagne, pour coopérer à leur défense. L'on y a été conduit probablement par cette observation, que les approches des saillans des ouvrages de campagne, se trouvent dans un secteur dégarni de feux, en sorte que les saillans sont les parties faibles et par conséquent les plus favorables à l'attaquant. On a cherché à remédier à cet inconvénient, en plaçant aux saillans une ou plusieurs bouches à feu destinées à en battre les approches et à les interdire à l'ennemi. D'un autre côté, la grande confiance qu'inspire ordinairement aux troupes la présence de l'artillerie, a conduit à en mettre partout. Ce sentiment, qui a peut-être contribué aussi à faire placer des bouches à feu dans l'intérieur des ouvrages, s'est même développé au point d'entraîner des conséquences fâcheuses, par suite de la trop grande profusion de l'artillerie dans les armées pendant les dernières campagnes. Qu'en est-il résulté?

Qu'une chose excellente en elle-même, lorsqu'on en fait un usage modéré, est devenue pernicieuse quand on en a abusé. Nous ne parlerons point ici des dépenses *énormes* que cet immense matériel de campagne a nécessitées. Nous nous bornerons à indiquer l'influence malheureuse que l'abus dont il s'agit a exercé sur le moral des soldats. Les troupes avaient pris tellement l'habitude de se voir constamment entourées de canons, qu'elles se croyaient, pour ainsi dire, perdues dès qu'elles cessaient de les apercevoir. Leur énergie et leur valeur naturelles en étaient sensiblement diminuées, on les voyait rarement aborder et enlever à la bayonnette les batteries ennemies, comme dans les guerres de la révolution, pendant lesquelles l'artillerie de campagne était contenue dans de justes proportions. Aussi a-t-on dit, avec quelque raison, que les dernières campagnes se sont faites à coups de canons. Les officiers supérieurs commandant les troupes ont fini par céder également à l'opinion de leurs subordonnés, et cette artillerie, si souvent négligée et toujours importune dans les marches, devenait pour eux, un jour de bataille, l'objet d'une sollicitude et d'une vénération toute particulière.

M. le général Rognat ne veut point qu'on place d'artillerie dans l'intérieur des ouvrages fermés qui constituent les retranchemens; il s'étonne qu'on n'ait point paru sentir jusqu'à présent les avantages immenses qui en résulteraient, soit pour la défense des ouvrages, soit pour celle des pièces, soit pour l'économie du travail. Cet officier général *place son* artillerie, hors des redoutes, derrière des épaulemens élevés au point d'intersection de leurs lignes de défense. Dans cette position, elle sera parfaitement protégée et défendue par le feu de mousqueterie des bastions latéraux. Le sol naturel servant de plate-forme aux pièces, on n'est pas obligé

de donner plus de deux pieds 1/2 (0,80 mètres) de hauteur à leurs épaulemens sur 8 à 9 pieds (2 mètres 60 à 2 mètres 90) d'épaisseur. Mais comme il est important de mettre à couvert les canonniers, aussitôt qu'ils ont chargé, on fait, à côté de chaque pièce, de petites tranchées transversales de 2 pieds 1/2 (0 m. 80) de profondeur, destinées à leur service d'asile (1). Enfin M. le général Rognat propose de placer ainsi, pour protéger les flancs du camp, une forte batterie, composée du quart de l'artillerie, dans l'intervalle des deux redoutes de droite, et autant à gauche. Le surplus de l'artillerie reste en réserve, ou est réparti dans les autres intervalles des redoutes, au point d'intersection des lignes de défense. Ce système nous paraît présenter plusieurs avantages.

1° La principale force d'un ouvrage de campagne, consiste dans la bonté de son profil, et dans sa défense par la mousqueterie. Or la construction des batteries altère ce profil, enlève un emplacement précieux aux fantassins, et donne lieu à des interruptions dangereuses dans les feux de mousqueterie. Ces batteries rétrécissent l'espace intérieur et gênent les communications, ce qui oblige à diminuer le nombre des défenseurs.

2° La construction des batteries demande du tems et retarde l'achèvement des retranchemens.

3° Lorsque les ouvrages sont enlevés par l'attaquant, l'artillerie qu'ils renferment est perdue sans ressources; l'ennemi peut s'en servir, et la diriger sur les défenseurs mêmes. Dans l'autre méthode, l'artillerie conserve la clef des champs et peut effectuer une retraite en ordre, si elle s'y voit con-

(1) Ces tranchées ne peuvent couvrir les canonniers que pendant qu'ils n'entourent pas la pièce pour l'exécution du tir. Il serait préférable de les protéger au moyen de quelques gabions, placés sur l'épaulement, et qui seraient facilement renversés dans le cas où il y aurait lieu de changer beaucoup la direction de la ligne de tir.

trainte, ou coopérer efficacement à reprendre l'ouvrage et repousser l'ennemi.

4° Les bouches à feu que l'on met dans l'intérieur d'un ouvrage, ont un emplacement déterminé et préparé à l'avance, elles ne peuvent le quitter pendant la durée de l'action : au moment de l'attaque on ne peut donc pas renforcer, suivant les circonstances, le feu de l'artillerie sur le point qui est le plus menacé; d'où il suit que le feu de l'assaillant est presque toujours supérieur à celui de l'attaqué. En effet le premier est libre de concentrer successivement ses feux, sur telle ou telle batterie de l'ouvrage, afin de la faire taire promptement par la supériorité de son feu; tandis que les autres batteries de l'attaqué, qui sont encore intactes, ne peuvent être la plupart du tems que d'un faible secours à la première. La nouvelle méthode met à l'abri de cet inconvénient, et rend la partie égale de part et d'autre sous ce rapport.

5° Le tir des bouches à feu d'un ouvrage, pour peu qu'il ait de relief, tend à être fichant, ce qui le rend moins dangereux; tandis que dans le nouveau système, le tir des bouches à feu, chargées de seconder la défense des ouvrages, est rasant, ce qui le rend plus efficace et plus meurtrier.

Nous pourrions aisément trouver encore d'autres motifs pour justifier la préférence que nous croyons devoir donner au système de M. le général Rognat, mais nous pensons que ceux-ci paraîtront suffisans.

Cependant, comme il se passe toujours du temps avant qu'une innovation quelconque, telle bonne qu'elle puisse être, ne soit admise et prévale sur l'esprit de routine, on ne renoncera probablement pas de longtemps à l'habitude de placer de l'artillerie dans les ouvrages fermés d'un retranchement. D'ailleurs la fortification passagère isolée exige quelquefois cette disposition. Nous allons donc examiner aussi

cette hypothèse, et émettre notre opinion sur la manière d'établir l'armement d'un ouvrage au moyen de l'artillerie.

Cette opération consiste à placer les bouches à feu destinées à sa défense de la manière la plus avantageuse, et à les garnir et approvisonner de tous les objets nécessaires pour que l'artillerie produise beaucoup d'effet. Il nous semble qu'il faut, entr'autres conditions:

1° Qu'elle découvre tout le terrain en avant; 2° qu'elle croise bien ses feux sur la capitale et ses approches; 3° que les pièces ne soient pas trop isolées, mais réunies en batteries. 4° Que les batteries ne soient point trop éloignées les unes des autres, afin de pouvoir croiser leurs feux, à bonne portée, etc.

D'après cela on reconnait facilement que l'emplacement le plus favorable est aux saillans, comme nous l'avons déjà remarqué, et aux flancs lorsque l'ouvrage en a.

On est généralement d'accord pour placer aux saillans des batteries à barbettes. Elles ont, il est vrai, l'inconvénient de laisser les servans trop à découvert, mais on peut les protéger en plaçant près d'eux de bons tireurs, et en employant les moyens indiqués précédemment. Les batteries à embrasures, si l'on croit devoir en faire usage, se placent ordinairement avec avantage sur les flancs, pour battre le fossé. Cependant, outre que leur construction est longue et difficile, elles ont l'inconvénient, lorsqu'on en vient à l'escalade, de faciliter l'entrée de l'ouvrage à l'ennemi et lui servent comme de marche-pied. Elles sont d'ailleurs des points de mire pour lui.

Les plates-formes, lorsqu'elles sont faites avec soin, contribuent beaucoup à la justesse du tir et à la facilité des manœuvres; mais elles exigent trop de temps et d'attirails

pour leur confection, et ne nous paraissent point d'une nécessité absolue dans le cas dont il s'agit. Nous pensons qu'il convient de les proscrire des retranchemens de campagne; il suffira de bien damer et unir les terres; si elles sont trop molles, on y remédiera en plaçant des madriers dans toute l'étendue de la course des roues des affûts. Les plates-formes des batteries à barbettes doivent être horizontales, pour qu'on puisse faire feu dans tous les sens; il en sera de même pour les batteris d'obusiers ou en *général* à ricochets. Pour les batteries à embrasures qui tirent constamment dans la même direction, ou à-peu-près, il convient de donner au sol une pente de 0m 16 afin de diminuer le recul et de faciliter la mise en batterie. Dans tous les cas, pour empêcher que la pièce ne dégrade le parapet, il faut avoir soin de placer un heurtoir contre le pied du *talus* intérieur du parapet. On observera que les plates-formes augmentent les dangers des canonniers, parce que les projectiles ennemis peuvent en faire jaillir des éclats de bois, qui souvent blessent assez grièvement. Les armemens des bouches à feu doivent être disposés en ordre, sur des chevalets placés à droite de chaque pièce. Il nous paraît assez utile d'avoir, dans chacun des ouvrages, les outils nécessaires pour enclouer les pièces; afin que les canonniers puissent entreprendre cette opération, s'ils voient que l'ennemi se rend définitivement maître de l'ouvrage; l'attaquant ne pourrait alors se servir de suite de ces bouches à feu contre les défenseurs.

Quant aux munitions, les laisser simplement dans les caissons, serait donner trop de prise au feu de l'ennemi, et s'exposer à de graves accidens; d'ailleurs cela formerait un approvisionnement trop considérable, et occasionerait un embarras de voitures qui gênerait les mouvemens. Nous

croyons donc qu'il convient de ne conserver dans l'intérieur de l'ouvrage, que les munitions jugées nécessaires pour une bonne défense; comme on n'a pas toujours le temps et les matériaux qu'exige la construction d'un blindage propre à servir de magasin, on peut se contenter de déposer les munitions dans un ou plusieurs trous carrés creusés en terre, et recouverts de poutrelles sur lesquelles on jette une certaine épaisseur de terre. Ces petits magasins peuvent être tapissés entièrement de paille, à défaut de planches, pour empêcher qu'une trop grande humidité ne détériore les munitions.

Par cela seul qu'il s'agit de retranchemens de campagne, il est clair qu'on ne doit employer à leur défense et à leur attaque que de l'artillerie de campagne, et réserver la grosse artillerie pour les siéges ou la défense des places. On se servira donc pour ce double but, des calibres de 12 et de 8, ainsi que des obusiers de 24 et de 6°. Il convient de placer aux saillans les pièces de moindre calibre, et de mettre celles d'un plus fort calibre sur les flancs et dans les rentrans. Les différences de portée suffisent pour expliquer cette disposition. Il vaut mieux, lorsqu'on a le choix, placer des obusiers aux saillans. Cette arme est d'une meilleure défense et son feu beaucoup plus meurtrier.

Maintenant que nous avons décrit les dispositions préliminaires à prendre pour l'emploi de l'artillerie dans les retranchemens, soit qu'on la place dans l'intérieur des ouvrages ou en dehors, voyons dans l'un et l'autre cas, quel est rôle que doit jouer l'artillerie dans l'attaque et la défense.

Des retranchemens de campagne, de quelque nature qu'ils soient, forment toujours, dans le système moderne, une suite d'ouvrages séparés par des intervalles, mais qui se flanquent et se protègent réciproquement. Ces ouvrages con-

tiennent la première ligne de l'armée et couvrent la seconde. Les flancs, s'ils ne sont pas appuyés à des obstacles naturels, sont toujours les parties faibles, et par conséquent celles qu'il faut attaquer de préférence. Si l'on peut parvenir à tourner la position, ce parti est certainement le meilleur à prendre, et l'on ne doit y renoncer qu'après s'être bien convaincu qu'il est impraticable, ou qu'il exigerait de trop grands sacrifices. Supposons donc, ce qui arrive le plus souvent, qu'il faille attaquer la position. Il est évident que pour atteindre le gros de l'armée ennemie et le débusquer de sa position, l'armée attaquante ne pourrait, sans un grand danger et sans essuyer des pertes considérables, pénétrer à travers les intervalles qui séparent les ouvrages ; elle se voit donc dans la nécessité d'enlever préalablement un ou plusieurs de ces ouvrages. Ainsi la question peut se réduire à l'attaque et à la defense d'une redoute.

Il est avantageux, et cela se pratique habituellement, d'entreprendre et de diriger en même temps plusieurs attaques, vraies ou similées, que l'on cherche à lier entr'elles de manière à ce qu'elles puissent se soutenir mutuellement. Cela divise les forces de l'ennemi, et l'empêche quelquefois de devenir le véritable projet de l'attaquant. Nous avons déjà fait observer plusieurs fois que les saillans sont, en général, les parties faibles des ouvrages. C'est donc vers eux que doivent se diriger les colonnes d'attaques et les efforts des assaillans, les défenseurs doivent par conséquent chercher à les garantir le plus possible. Aussi doit-on avoir soin de les environner jusqu'à une certaine distance, de trous de loups, de petits piquets, de chausses trapes, d'abattis, ou autres obstacles artificiels qui font dévier les colonnes d'attaque et les exposent plus longtemps aux feux de l'attaqué.

Voici la part que l'artillerie de l'assaillant, nous paraît devoir prendre à l'une de ces attaques, qui demandent toujours à être poussées avec vigueur et vivacité. Supposons le cas le plus compliqué, celui où il y a de l'artillerie dans les ouvrages. Lorsque celle de l'attaquant sera arrivée à bonne portée de canon, à 4 ou 500 mètres par exemple, on cherchera autant que possible à la placer de manière à prendre des prolongemens sur les flancs de l'ouvrage, et à battre directement l'artillerie ennemie. On commencera le feu, et l'on s'attachera d'abord à détruire à coups de canon les abattis, palissades, ou autres obstacles de ce genre, en même temps que l'on ripostera vigoureusement à l'artillerie de l'attaqué. Après avoir fait feu dans cette position, pendant un temps donné, qui dépendra de l'effet plus ou moins considérable qu'on aura produit, l'on fera un mouvement en avant, en se faisant couvrir par une ligne d'infanterie légère, et l'on se portera à une distance d'environ 300^{m} de l'ouvrage. Pour faire ce mouvement avec moins de danger, et pour ne point laisser de relache à l'ennemi, il convient de faire le mouvement par échelons, c'est-à-dire de ne porter d'abord en avant que la moitié des bouches à feu, pendant que l'autre moitié continuera un feu nourri dans sa première position et ne se portera en avant que lorsque la première moitié sera en batterie dans sa deuxième position.

Dans cette nouvelle position, on tâchera d'achever ce qui a été ébauché dans la première, c'est-à-dire d'éteindre le feu de l'artillerie ennemie et de ruiner les défenses. Les obusiers tireront de préférence à ricochet sur les faces de l'ouvrage. Une partie des pièces du calibre le plus fort, aidée de quelques obusiers, s'appliqueront à faire ébouler l'épaulement vers le saillant, afin d'en faciliter l'escalade à l'infanterie. Les autres pièces dirigeront

leurs feux directement sur celles de l'attaqué. Ces dernières ne tarderont pas à être réduites au silence, au moins celles des batteries à barbettes : alors se termine le rôle de l'artillerie, ou du moins il n'est plus que secondaire. Néanmoins l'artillerie doit se tenir sur ses gardes, afin d'être en mesure de protéger les colonnes d'attaque si elles venaient à être repoussées et poursuivies. On pousse vivement en avant la colonne d'attaque qui s'était formée derrière les batteries, et elle doit se rendre maîtresse de l'ouvrage à la baïonnette. Si l'attaqué a pu jusqu'à cette époque se ménager quelques feux de flancs pour défendre le passage du fossé, c'est le moment de chercher à les paralyser en dirigeant contre eux une artillerie supérieure. Il est évident que cette supériorité finit presque toujours par s'établir en faveur de l'artillerie attaquante ; car les bouches à feu, qui constituent l'armement de l'ouvrage, ont un emplacement déterminé et à-peu-près invariable, tandis que l'artillerie attaquante a tous ses mouvemens libres, et peut concentrer à volonté tous ses efforts sur telle batterie de l'ouvrage qui lui convient. On voit aussi, par la marche de l'attaque, qu'il y a fort peu de circonstances où l'artillerie attaquante puisse tirer à mitraille. Ce feu serait d'un très-petit effet contre un ennemi placé derrière un épaulement; d'ailleurs le principal but doit être de démonter l'artillerie defensive, ce qui ne peut se faire avec de la mitraille. Ce tir ne serait bon de la part de l'assaillant, que dans le cas où l'attaqué se croirait assez fort pour tenter lui-même une sortie, mais ce cas doit se rencontrer rarement.

Voyons maintenant la conduite que doit tenir l'artillerie défensive. Elle doit nécessairement se modeler sur la marche et les circonstances de l'attaque; cependant, en général, l'artillerie défensive ne doit s'attacher à combattre

celle de l'ennemi qu'au commencement de l'attaque et pendant que l'ennemi cherche à établir ses batteries. Le tir aura lieu à boulet, puisque la distance est encore trop considérable, dans cette première position de l'ennemi, pour pouvoir employer la mitraille. Mais une fois les batteries de l'ennemi établies, elles ne tarderont point à obtenir l'avantage et à s'avancer à la seconde position. Alors le combat devient trop inégal pour que l'artillerie défensive puisse et doive le soutenir. Elle cessera donc de riposter à l'artillerie ennemie, et tâchera de se garantir le plus possible de son feu par des traverses ou par d'autres obstacles. Aussitôt que les colonnes d'attaque, qui alors ne tardent point à s'ébranler, seront en marche et à bonne portée, tous les efforts de l'artillerie défensive devront se concentrer sur elles pour essayer de les arrêter et de les disperser. Aussi ne faut-il employer, à cette époque, qu'un feu à mitraille le plus vif possible. Si malgré cela la colonne a l'audace de continuer sa route, et que l'ennemi parvienne jusque dans le fossé; il n'y a plus que les batteries des flancs de l'ouvrage qui puissent agir efficacement contre l'assaillant, et s'opposer à l'escalade. Aussi ne doit-on négliger aucun moyen de se conserver cette ressource importante. Quand ces batteries sont à embrâsures il est bon de les masquer, pour dérober les pièces aux yeux de l'ennemi jusqu'au moment de faire jouer. Toutes les autres pièces deviennent alors inutiles, puisque l'ennemi se trouve au-dessous de leurs feux; elles ne peuvent que gêner les mouvemens des défenseurs, et laisser entr'eux des espaces favorables à l'assaillant. Il faut se hâter de retirer ces pièces, et de les remplacer par des baïonnettes, car c'est alors que doit s'engager un combat opiniâtre à l'arme blanche entre les attaquans et les défenseurs; dans ce moment décisif une garnison

brave et dévouée, peut encore s'assurer la victoire. Si elle a ce bonheur, c'est le cas d'achever par une sortie vigoureuse la défaite de l'ennemi en déroute, et il faut s'empresser de remettre en batterie toutes les pièces non démontées, pour protéger et seconder cette démarche.

Nous observerons, qu'en général, l'artillerie défensive ne doit jamais tirer à de trop grandes portées; les coups sont incertains et, par le peu d'effets qu'ils produisent, encouragent les assaillans. Quand l'ennemi approche, il faut plutôt tirer en deçà qu'au dehors, et faire le contraire lorsqu'il se retire.

Dans le cas où il n'entre point d'artillerie dans l'armement des ouvrages fermés, comme dans les retranchemens de M. le général Rognat, il est évident que l'artillerie attaquante devra diriger principalement ses feux contre les batteries placées sur les flancs du retranchement et dans les intervalles des redoutes, pour tâcher de les réduire au silence, et les empêcher d'écraser les colonnes d'attaque contre lesquelles elles sont naturellement destinées à agir. L'attaquant devra néanmoins faire seconder directement ses colonnes d'attaque, par quelques pièces d'un fort calibre, du 12 par exemple et quelques obusiers, pour ruiner les défenses et lancer des obus dans l'intérieur des redoutes. L'emplacement de ces bouches à feu se déterminera d'après les mêmes principes que dans l'autre hypothèse. Mais l'inspection des localités peut seule en décider définitivement et indiquer les meilleures dispositions à prendre.

Nous terminerons ici notre travail, parce qu'en fait de guerre on ne peut ni tout prévoir ni tout dire. L'officier chargé d'agir, suivra les leçons de l'expérience et les inspirations du moment qui sont souvent les meilleures. Nous observerons cependant que le service de l'artillerie, dans

---

l'attaque et la défense des retranchemens, n'est qu'une application particulière du service de cette arme en campagne ; on trouvera donc dans l'étude des principes qui doivent régler ce dernier service une grand nombre de dispositions qui se rattachent naturellement au sujet que nous avons traité.

BULLETIN.

Paris, le 25 août 1834.

L'auteur de *l'Ami du Soldat* à Monsieur le directeur du *Journal des Sciences Militaires*.

Monsieur le directeur,

Vous êtes entré franchement et loyalement dans la lice que j'ai ouverte dans les intérêts de l'armée, et je m'empresse de vous rendre mes actions de grâces.

C'est donc avec confiance que je m'adresse à vous pour obtenir, dans votre intéressant journal l'insertion d'une courte réponse à l'article qui a paru dans le n° de juillet 1834, page 135 (1).

Bien que l'on ait toujours mauvaise grâce à parler de soi, vous me forcez cependant, Monsieur, à des explications

(1) La politique étant exclue de notre recueil, nous avons dû supprimer, dans la lettre de l'auteur, la partie de la discussion relative à ses convictions politiques, qui n'étaient nullement attaquées dans l'article auquel il répond.

personnelles, lorsque vous dites : « on se demande par » quelle faveur insigne l'auteur de l'*Ami du Soldat* a été admis comme sergent dans la vieille garde, à un âge où l'on » était à peine admis conscrit dans la jeune. »

Je n'avais, en effet, que 20 ans lorsque je fus appelé à cet insigne honneur; mais déjà trois larges cicatrices reçues dans les plaines de la Saxe et dans celles de la Champagne, avaient motivé cette admission. Je pouvais les présenter avec quelqu'orgueil à mes vieux camarades, et si j'étais justement fier de me trouver au milieu d'eux, après avoir combattu avec eux à Hanau et à Montmirail; ils me témoignèrent souvent aussi leur satisfaction de voir un jeune homme de quelques espérances et issu d'une famille exclusivement vouée, depuis des siècles, à la défense de la patrie, partager leurs dangers, leurs corvées et leur service.

En 1814, je fus, par suite de ma conduite militaire pendant les deux campagnes précédentes, nommé à une sous-lieutenance, mais un emploi de sergent des grenadiers de la vieille garde m'ayant été également proposé, je n'hésitai pas à échanger mes épaulettes d'officier contre le modeste galon de sous-officier dans les *vieux grognards*. Je sacrifiai ainsi l'ambition de l'avancement à la gloire de bivouaquer, *sac au dos*, avec ces vieilles et illustres bandes du grand Napoléon !.

Vous pensez, Monsieur, « que ma fidélité monarchique » a dû se trouver embarrassée de concilier ses *nouveaux* » sermens au drapeau blanc et les anciens sermens au drapeau tricolore. » Enlevé à mes foyers par un décret sur les gardes d'honneur, ce n'est pas ma libre volonté qui m'a appelé sous le drapeau tricolore ; mais une fois introduit dans les rangs de l'armée française, je voulus avoir ma part de ce fond commun de gloire qu'elle avait conquis dans

toute l'Europe ; cette armée devint ma patrie et le grand capitaine qui la menait à la victoire me trouva, jusqu'après son abdication, fidèle à ses destinées et à sa fortune. Le principe monarchique étant rétabli dans le gouvernement de mon pays, je compris bientôt tous les avantages de ce principe et je transportai en lui l'affection que j'avais eue pour Napoléon.

Si lors du 20 mars, la faculté de donner ma démission m'eût été laissée par mon grade, je n'aurais pas plus hésité à briser mon sabre alors, *que le* 3 *août* 1830. Mais simple sous-officier au corps royal des grenadiers de France, je dus subir la loi de la discipline militaire et assister à Waterloo, aux funérailles de l'empire et à celles des deux tiers de mes braves et illustres compagnons d'armes !..

« Vous aimez à croire que, malgré mes idées actuelles sur » le drapeau blanc de l'ancienne France, je saurais retrou- » ver au besoin, sous mon vieux drapeau tricolore, les » inspirations de ma jeunesse, pour combattre l'étranger s'il » osait menacer l'indépendance de la France Nouvelle, » voici ma réponse ;

Si l'étranger osait venir menacer nos frontières, nul doute que je ferais aussitôt souder les tronçons de mon sabre pour lui en disputer le passage !..

Ce langage est sincère et tous n'auraient peut-être pas le courage de le tenir aussi hautement, mais j'ai toujours eu horreur des roueries politiques, et *fais ce que dois, advienne que pourra*, telles furent et seront toujours ma politique et ma devise !.

Après ces explications que j'ai cru nécessaires et que vous apprécierez, j'espère, avec la loyauté qui vous caractérise, je vais répondre rapidement à vos objections sur différens chapitres de mon ouvrage ; je tiens à honneur de discuter

avec le directeur éclairé du journal *des Sciences Militaires*, et d'utiliser les fruits que je dois recueillir de cette joûte intellectuelle.

En prescrivant que chaque régiment devra se recruter dans le département même où il se trouvera cantonné, j'ai eu pour objet, ainsi que je l'ai expliqué page 33, d'éviter les dépenses inutiles qu'occasione aujourd'hui encore le voyage, à travers la France, de tous les contingens annuels, mais je n'ai nullement dit pour cela que le contingent de chaque département dût être dirigé *constamment sur le même régiment.*

Les inconvéniens que vous avez signalés et que j'avais moi-même reconnus dans l'organisation des légions départementales, m'en eussent détourné, si la pensée m'en fût jamais venue. Les régimens seront donc recrutés, comme en ce moment, mais avec cette différence qu'ils recevront les recrues des départemens les plus rapprochés d'eux, au lieu de ne les avoir qu'après vingt et trente jours de marche.

Lorsque j'ai signalé, dans mes considérations générales, quelques vices capitaux du système de réserve du maréchal Gouvion St.-Cyr, j'ai en même temps rendu justice à ce qu'il présentait de bon et d'exécutable, et la preuve s'en trouve dans le système de réserve que je propose et qui se rapproche de celui de ce ministre.

Mais je crois l'avoir rendu d'une exécution plus *positive* et moins pénible, en ce que je *libère complètement* chaque soldat *après huit ans de service*, tandis que la loi de 1818 laissait chaque contingent à la disposition du ministère pendant *douze années*. L'autorisation de mariage accordée *aux vétérans*, devait naturellement produire les résultats de la première expérience faite de ce système en 1823; expé-

rience qui fit y renoncer. Aussi ai-je dû défendre cette autorisation.

Quant au but politique du système du maréchal Gouvion St.-Cyr, je crois qu'il était plutôt *anti-monarchique* que *national*; on eut donc commis une faute, si l'on eût donné à ces vétérans, l'organisation régimentaire dont vous parlez. Engageriez-vous le gouvernement de juillet à organiser aujourd'hui dans chaque département, des bataillons ou compagnies avec les élémens épars des divers corps de l'ex-garde royale?... Je ne le pense pas!..

J'ai prévu par la note de la page 47, les cas où la guerre, ou toute autre circonstance, exigerait de donner plus de latitude au recrutement des remplacemens, et je suis heureux de cette communauté de vues avec vous.

En fixant le nombre des lieutenans-généraux à 100, et celui des maréchaux-de-camps à 200, j'ai reconnu, en même temps, que cet effectif serait également suffisant, à quelques-uns près, pour le pied de guerre, puisque ces officiers-généraux auront toujours, en temps de paix, à commander les cadres plus ou moins complets, d'une armée de *cinq cent mille hommes*: armée qui certes sera toujours suffisante pour inspirer du respect, et même mieux encore, si besoin était.

En proposant de réunir les 25 bataillons de *chasseurs-tirailleurs* en cinq régimens mon intention a été de simplifier la comptabilité, et d'avoir, par régiment, un bataillon de chasseurs de dépôt, lorsque l'on viendrait à former des bataillons de guerre. La dépense des cadres d'état-major des cinq régimens serait d'ailleurs inférieure à celle de l'état-major particulier qu'exigeraient les 25 bataillons organisés, comme corps isolés.

J'ai d'ailleurs proposé dans la note de la page 101, un

autre mode d'organisation pour ces chasseurs-tirailleurs et qui serait plus économique encore que le premier ; que l'on commence donc, si l'on veut, par faire l'expérience de celui-ci d'abord.

Cent régimens d'infanterie de ligne ont dû, j'en conviens, effrayer plus d'un économiste, mais que l'on ne perde pas de vue non plus qu'il faut avoir toujours des cadres prêts à recevoir *cent cinquante mille* fantassins qui, d'après mon système, se trouvent en réserve, et *ne coûtent rien à l'état* ; que l'absence de ces cadres se ferait vivement sentir dans telles ou telles circonstances données et que la prudence d'un ministre doit tout prévoir.

Un journal (*la Quotidienne*) ayant présenté la même objection que vous, Monsieur, sur ma formation des régimens de ligne, *sur le pied de paix*, à deux bataillons et à quatre compagnies de dépôt, permettez que je reprenne, dans son n° du 23 juillet dernier, le paragraphe de la réponse que je lui ai faite et qu'elle a bien voulu insérer :

« En organisant chaque régiment d'infanterie de ligne à » deux bataillons de guerre et à quatre compagnies de dépôt, » mon but a été, non-seulement de donner au grade de » capitaine plus d'importance qu'il n'en a aujourd'hui, » mais de mettre à la disposition du roi de France, et *au » premier signal*, deux bataillons par régiment, toujours au » grand complet, et composés uniquement d'hommes vali» des et expérimentés, ce qui n'a et ne peut avoir lieu avec » des régimens sans dépôts. »

Lors même que l'on simplifierait l'ordonnance du service intérieur, je ne crois pas possible, sans qu'il en résultât les plus graves inconvéniens, de réduire à deux au lieu de trois, le nombre des officiers de chaque compagnie d'in-

fanterie, pendant la paix; aussi persistai-je dans l'organisation que j'ai proposée.

Mais je conviendrai avec vous, Monsieur, que le grade de capitaine en second dans la cavalerie pourrait être, *à la rigueur*, supprimé, que je l'avais même fait dans un travail préparatoire, mais que j'ai dû le conserver sur des observations assez rationelles de plusieurs officiers distingués de cette arme.

Si dans le chapitre concernant les compagnies de discipline, je me suis borné à dire : « Les *conseils de discipline* » *des corps devront mettre une juste mesure dans leur décision* » *et ne devront envoyer dans ces* COMPAGNIES D'ÉPREUVE que des » hommes qui auraient épuisé toutes celles à l'usage du ré» giment, etc., etc. » au lieu de m'être élevé avec plus de force contre la manière dont la justice y est rendue, ainsi que vous l'eussiez désiré, c'est par une considération grave que vous apprécierez, je n'en doute pas, et que je me dispense de développer ici.

Bien que mon ouvrage n'ait été imprimé qu'en 1834, il était cependant entre les mains de l'imprimeur dans les derniers mois de 1833, et par conséquent entièrement terminé lorsque parut la nouvelle organisation donnée au corps de l'artillerie.

J'avais dit page 154 : que je prenais ce corps « que j'avais » pris ce corps tel qu'il était constitué depuis l'ordonnance » du mois d'août 1829, sauf les modifications que l'on croi» rait devoir y apporter plus tard, en émettant toutefois » l'opinion qu'il serait peut-être plus avantageux de réunir » toutes les batteries à cheval et d'en former trois ou quatre » régimens. »

Vous ne partagez pas cette dernière opinion, Monsieur; vos raisons peuvent être meilleures que les miennes, mais

je crois cependant que tôt ou tard cette division s'opérera.

Ne point parler, dans un système général d'organisation militaire, des corps de l'artillerie et du génie, eût été, de ma part, laisser une lacune qui eût détruit toute l'économie et tout l'ensemble de mon organisation : mais comme j'avais manqué presque totalement des documens indispensables pour faire sur ces chapitres un travail complet, et que pour les avoir, il m'eût fallu pénétrer dans les bureaux de la guerre et surtout dans les *armoires secrètes* des comités spéciaux de ces deux corps, qui, les uns et les autres, seraient ouvertes moins à moi qu'à tout autre, j'ai dû me borner, en quelque sorte, afin d'arrêter le budjet des dépenses de mon organisation, à adopter approximativement le chiffre alloué par les Chambres en 1834 à M. le Maréchal Soult, pour ces deux chapitres.

Une juste défiance de mes propres forces m'avait d'ailleurs engagé à ne toucher qu'avec une extrême circonspection, certaines parties de ce corps (l'armée) sur lequel j'avais la prétention de faire un cours d'anatomie descriptive. Mais, encouragé dans ce premier essai par plus de cinquante lettres ou mémoires qui m'ont été adressés depuis la publication de *Mon Ami du Soldat*, et parmi lesquels se trouvaient des témoignages aussi flatteurs qu'élevés, j'espére pouvoir un jour développer toute ma pensée sur les armes de l'artillerie et du génie ; ma lettre insérée dans la *Quotidienne*, du 23 juillet dernier, laisse déjà pressentir quelques-unes de mes idées à ce sujet : je remplirai cet engagement en temps et lieu.

J'ai dit page 199, et je persiste à croire qu'il est possible d'apporter quelques changemens dans le système actuel de l'école polytechnique, sans nuire à l'instruction toute spéciale des corps de l'artillerie et du génie, qui, en effet, ne

doivent pas être seulement *de simples tireurs de canon*, *et de simples faiseurs de tranchées*.

Je ne me suis pas dissimulé, en même temps, toutes les objections et toutes les oppositions que je soulèverais par cette proposition, mais, je le répète, je crois ces changemens possibles et de plus, nécessaires, avantageux.

Il devrait y avoir *trois écoles militaires* distinctes en France; l'une réservée exclusivement aux élèves des armes spéciales, l'autre à ceux qui se destineraient à la cavalerie, et enfin la troisième qui devrait former les officiers de l'infanterie : tous les vices inhérens aux institutions actuelles disparaîtraient de la sorte.

La bienveillance que j'ai trouvée dans le cours de votre compte rendu et particulièrement dans le paragraphe qui le termine, m'a vivement flatté, Monsieur, et j'aime à vous en offrir ici l'expression de ma reconnaissance. Vous avez prouvé, par votre critique aussi loyale que judicieuse, que si l'on peut différer d'opinion en politique, l'on est, au moins toujours assuré de rencontrer de l'impartialité dans les hommes à *convictions profondes et réelles*. Qu'il serait donc à désirer pour le bonheur de notre commune patrie, de cette belle France que tant d'intrigans se disputent depuis cinquante ans, que tous les *hommes de cœur, les hommes à pensées nobles et généreuses*, quelles que fussent d'ailleurs leurs nuances politiques, se groupassent enfin en un seul faisceau, et marchassent ensemble et sous le même drapeau! qu'ils balayassent devant leur formidable cohorte toutes ces vermines hideuses et insatiables qui la sucent et la ruinent sous tous les gouvernemens qui se succèdent!! Tels sont mes vœux et mes espérances, Monsieur!. Si tels sont aussi les vôtres, frappez-là!!.. Et soyez des nôtres?

Veuillez agréer, Monsieur le directeur, l'hommage des sentimens distingués avec lesquels

J'ai l'honneur d'être,

Votre très-empressé serviteur,

*L'auteur de l'*Ami du Soldat,

Capitaine, H. de Mauduit.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME SEPTIÈME. — 2e SÉRIE

DU

JOURNAL DES SCIENCES MILITAIRES,

JUILLET, AOUT ET SEPTEMBRE 1834.

NUMÉRO DIX-NEUF.

APPLICATIONS.

